



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ARCHITEKTURY

FACULTY OF ARCHITECTURE

ÚSTAV URBANISMU

DEPARTMENT OF URBAN DESIGN

**URBANISTICKÁ OPATŘENÍ PRO EFEKTIVNÍ
HOSPODAŘENÍ S POVRCHOVOU VODOU V
ZASTAVĚNÝCH ÚZEMÍCH**

URBAN MEASURES OF EFFECTIVE SURFACE WATER MANAGEMENT IN URBAN AREAS

DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. arch. Michaela Vacková

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

doc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr.

BRNO 2017

Zadání dizertační práce

Ústav: Ústav urbanismu
Studentka: **Ing. arch. Michaela Vacková**
Studijní program: Architektura a urbanismus
Studijní obor: Urbanismus
Vedoucí práce: **doc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr.**
Akademický rok: 2016/17
Školitel specialista:

Název dizertační práce:

Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích

Zadání dizertační práce:

Navrhnout možná urbanistická opatření, principy a postupy pro rozvoj území s ohledem na zapojení vodohospodářské problematiky.

Cíle bude dosaženo prostřednictvím ověření na konkrétních příkladech urbanistických struktur.

Seznam odborné literatury:

HLAVÍNEK, Petr. a kol. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. 1. vyd. Brno: Vydavatelství ARDEC s. r. o., 2007. 164 s. ISBN 80-86020-55-X.

LHOTÁKOVÁ, Zdeňka, Hospodaření s vodou v krajině a urbanizovaném území,. 2011, ISBN 978-80-214-4380-8

LHOTÁKOVÁ, Zdeňka, Technická infrastruktura v urbanizovaných územích,. 2011, ISBN 978-80-214-4379-2

JAROŠEK, Radim. Protipovodňová a protierozní opatření [online] Olomouc: Zpravodaj Ekozemědělci přírodě, 3/2010. [cit. 3. 1. 2012] Dostupné na http://www.bioinstitut.cz/documents/bio1003_Zpravodaj.pdf

KREJČÍ, V. a kol. Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup, Brno: NOEL 2000 s. r. o., 2003, 562 s. ISBN 80-86020-39-8 (váz.)

MULLER, Mike – LENTON, Roberto. Integrated Water Resources Management in Practice, Oxford: Earthscan Publications Ltd., 2009, 250 s. ISBN 1844076504

Termín zadání dizertační práce: 13. 11. 2013

Ing. arch. Michaela Vacková
student(ka)

doc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr.
vedoucí práce

doc. Ing. arch. Karel Havlíš
vedoucí ústavu

V Brně, dne 13. 11. 2013

doc. Ing. arch. Jan Hrubý, CSc.
děkan

Abstrakt

Jedním z našich hlavních problémů v prosazování hospodaření s dešťovou vodou (HDV) do praxe je skutečnost, že jsme ho nepřijali jako mezioborovou záležitost. Měli bychom hledat způsob, jakým HDV zpřístupníme dalším profesím, především architektům-urbanistům, kteří jsou pro jeho další rozvoj stěžejní. Práce jednak podrobně analyzuje důvody ne úplně ideálního stavu, ve kterém se tento obor u nás nachází, ale zároveň definuje možné způsoby nápravy této skutečnosti a nastiňuje další scénáře jeho vývoje. Stěžejním materiálem, ze kterého práce vychází je oborová norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, která je základním podkladem pro zpracování nové metodické pomůcky. Práce normu rozšiřuje o další opatření a doplňuje o postupy posouzení přínosů jednotlivých opatření za účelem zefektivnění aplikace systému HDV do městského prostoru.

Klíčová slova

Hospodaření s dešťovou vodou, decentrální systém odvodnění, adaptace na změnu klimatu, povodně, povrchový odtok, zpomalení srážkového odtoku, výpar, retence, však, přírodě blízký způsob odvodnění, zelená a modrá infrastruktura, mezioborová spolupráce.

Abstract

One of the main challenges in promoting rainwater management into practise is the fact that it was not recognized as an interdisciplinary issue. We should seek ways how to open the problem to other professions, specially for architects and urban planners, who are the key element of its farther development. This work analyzes the reasons of this unsatisfactory state of rainwater management in the Czech Republic and it defines the possible ways how to remedy this state and outlines scenarios of its further development. The default document of the work is czech technical standard "TNV 75 9010 Hospodaření se srážkovými vodami". The new methodological guide, which is part of this work, is based on it. The work extends the range of measures which are mentioned in the standard. It brings new ways for assessing the benefits of the various measures to streamline the application of rainwater management measures in urban space.

Keywords

Stormwater management, decentralized urban drainage systems, adaptation to climate change, floods, surface runoff, slowing runoff, transpiration, retention, infiltration, sustainable urban drainage systems, green infrastructure, blue infrastructure, interdisciplinary working.

Bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690

VACKOVÁ, M. *Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2017. 176 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr.

Prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci „Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích“ zpracovala samostatně pod vedením mého školitele a za použití literatury a dalších pramenů, které jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že jsem jako autorka této disertační práce neporušila autorská práva třetích osob.

V Brně, dne:

Ing. arch. Michaela Vacková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. Ing. Zdence Lhotákové, CSc. za odborné vedení a její ochotu a veškerou pomoc během mého studia a při realizaci disertační práce.

Děkuji také panu doc. Ing. arch. Gabrielu Kopáčkovi, Dr. za odbornou pomoc při realizaci disertační práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Jiřímu Vítkovi a Ing. Radimovi Vítkovi, MSc za odborné rady, zprostředkování informací a materiálů k tématu mé práce a čas, který mi věnovali.

Obsah:

ÚVOD	9
1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY DOMA I V ZAHRANIČÍ	11
1.1 Změna klimatu v souvislostech s lidskou činností a její vliv na urbanizované prostory	11
1.2 Rozdíl mezi konvenčním odvodněním měst a decentrálním systémem odvodnění	13
1.3 Princip HDV	14
1.4 Řešená problematika v zahraničí	18
1.4.1 HDV v Německu	19
1.5 Řešená problematika v České republice	20
1.5.1 Národní plány povodí České republiky	21
1.5.2 Politika územního rozvoje, ve znění Aktualizace č. 1	23
1.5.3 Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR	24
1.5.4 Platná legislativa ČR, která zahrnuje HDV	25
1.5.5 Technické předpisy související s HDV	28
1.5.6 Zhodnocení stavu problematiky HDV v České republice	30
1.6 Kritická rešerše obsahující odkazy na bibliografii	32
1.6.1 Zahraniční publikace	32
1.6.2 Publikace k tématu HDV vydané v České republice	41
2. ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE	42
2.1. Problémy při aplikaci HDV v našem prostředí - shrnutí	44
2.2. Formulace předpokladů a možných odpovědí	45
2.3. Cíl disertační práce	46

3. METODIKA A PŘEHLED PRACÍ	46
3.1. I. Fáze - Definování cílů disertační práce	47
3.1.1. Výběr tématu disertační práce	47
3.1.2. Přehled současného stavu řešené problematiky	48
3.1.3. Vypracování kritické rešerše	48
3.1.4. Analýza problému a stanovení cílů práce	49
3.2. II. Fáze - Vymezení kroků vedoucích k naplnění cílů disertační práce - vytvoření metodické pomůcky	49
3.2.1. Základní rozdělení opatření na primární a sekundární	50
3.2.2. Definice a hodnocení přínosů opatření HDV	52
3.3. III. Fáze - Prezentace výsledků disertační práce s uvedením nově získaných poznatků	57
3.3.1. Vytvoření metodické pomůcky	58
3.3.2. Ukázka aplikace metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur	60
3.3.3. Zhodnocení výsledků práce	63
4. METODICKÁ POMŮCKA APLIKACE HDV OBJEKTŮ V ZASTAVĚNÉM ÚZEMÍ PRO ARCHITEKTY A URBANISTY - VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE S UVEDENÍM NOVĚ ZÍSKANÝCH POZNATKŮ	64
4.1. Primární opatření - objekty a zařízení	64
4.1.1. Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady)	64
4.1.2. Rýhy (přikopy)	75
4.1.3. Retenční dešťová nádrž (vodní náměstí)	82
4.2. Sekundární opatření - objekty a zařízení	90
4.2.1. Zelená opatření	90
4.2.2. Šedá opatření	112
4.3. Ověření použití metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur	122
4.3.1. Obnova Jiráskova náměstí a klášterní zahrady v Plzni	122

4.4. Zhodnocení výsledků disertační práce	140
4.4.1. Přínos práce pro praxi	142
4.4.2. Přínos práce pro vědní obor	142
4.4.3. Přínos práce pro výuku na vysokých školách	144
SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ VZTAHUJÍCÍCH SE K TÉMATU DISERTAČNÍ PRÁCE	145
ZÁVĚR	148
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	149
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	155
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	156
SEZNAM TABULEK	159
SEZNAM PŘÍLOH	160
ŽIVOTOPIS	176

Úvod

Hospodaření s dešťovou vodou (HDV) a tzv. decentrální systém odvodnění (DSO), který je již nějakou dobu zakotven v české legislativě¹, není stále plnohodnotně v praxi využíván. Důvodů je několik a neomezují se pouze na určitou zainteresovanou skupinu, ať už mluvíme o projektantech, zodpovědných úřednících či samotném ministerstvu. V této práci se cíleně zaměřím na problematiku projekce a analýzu role státní správy a samosprávy ponechám více či méně stranou.

Problém správné aplikace DSO ve městech vychází již ze samotné filosofie systému. DSO je komplexní systém s přesahy do více odvětví. Jak píše ve své knize *New Waterscapes* architekt Herbert Dreiseitl: „Víceúčelovost můžeme pozorovat kdekoli v přírodě. Proč by muselo zařízení pro retenci srážkové vody sloužit pouze k tomuto jedinému účelu? Retenční plochy mohou za suchého počasí sloužit k opalování nebo hrám a za deště svému původnímu účelu, pro který byly navrženy. Integrované plánování bude vždy kombinovat několik funkcí dohromady. V mnoha případech je to velmi dobře možné a často nejsou vyloučeny další způsoby využití. Takového řešení dosáhneme ve chvíli, kdy každý účastník plánovacího procesu opravdu využije mezioborové praktiky. Vzájemná oborová tolerance sama o sobě není dostačující. Specializované disciplíny by se měly překrývat. Všichni jednotlivci v týmu by měli mít alespoň některé znalosti z ostatních specializovaných oborů.“²

Městské odvodnění již není chápáno pouze jako čistě technicistní záležitost, jako něco, co se odehrává skryto našim pohledům pod povrchem města, jako něco nečistého a nelibého. Z pohledu územního plánování je voda významným krajinnotvorným a estetickým prvkem v přírodním prostředí a dále nenahraditelným architektonickým prvkem v intravilánu.³ Decentrální systém pracuje na principu přírodě blízkého odvodnění a „vrací“ dešťovou vodu zpět na povrch jako součást veřejného prostoru. Vodu na povrchu vnímáme více smyslově a také podprahově. Voda ovlivňuje vlhkost, teplotu a klima ovzduší, projevuje se zvukově,

¹ Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon); Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území; Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby; Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích); Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích); ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod; TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami

² DREISEITL, Herbert a kol. *New Waterscapes – Planning, Building and Designing with Water*. Německo: Birkhäuser – Publishers for Architecture, 2005. 176 s. ISBN 13: 978-3-7643-7245-3

³ SATRAPA, Ladislav. C. 9 Vodní hospodářství. *Principy a pravidla územního plánování* [online]. 2017, C.9 - 2 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://www.ur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-a-pravidla-uzemniho-planovani/pap-komplet-pro-tisk-2017.pdf>

vizuálně, vnímáme ji čichem i hmatem. K propojení těchto aspektů je důležitá spolupráce všech zainteresovaných oborů (architekt, urbanista, vodohospodář, dopravní inženýr apod.) na vysoké úrovni a to již od počátku práce na projektu. Zároveň je od jednotlivých zástupců oborů vyžadována schopnost přesahu a pochopení problematiky z širšího úhlu pohledu.

Cílem této disertační práce je ověřit, zda je vzhledem ke komplexnosti řešené problematiky možné definovat univerzální nástroj určený hlavně architektům, který bude sloužit jako podklad pro aplikaci HDV ve stávající zástavbě a ulehčí komunikaci mezi zainteresovanými specialisty na přípravě koncepce řešeného úkolu.

1. Současný stav řešení problematiky doma i v zahraničí

1.1 Změna klimatu v souvislostech s lidskou činností a její vliv na urbanizované prostory

Současné výzkumy prokázaly a potvrdily klimatické změny na zemi. Prokázala se také souvislost mezi stoupajícím množstvím oxidu uhličitého (skleníkových plynů) v atmosféře a zvyšováním průměrné teploty zemského povrchu a ovzduší a také vliv lidské činnosti na tuto skutečnost. Stále ovšem nemáme ponětí, jaké následky s sebou tyto jevy v plné míře ponесou. Jisté je, že existuje přímá úměra mezi zvyšujícími se hodnotami emisí a skleníkovými plyny a změnami klimatu na zemi.⁴

Celosvětově je klima ovlivňováno nejen nadměrnou produkcí skleníkových plynů, ale velký vliv nese přetváření charakteru krajiny, což se týká hlavně vyspělých částí země. Lidská sídla jsou charakterizována velkou mírou zpevněných povrchů, které nepodporují přirozený cyklus vody a tím mění mikroklimatické podmínky území. Voda, která dopadne na zpevněnou plochu je co nejrychleji odvedena do kanalizace a dále z města ven do blízké vodoteče - recipientu. Nedochází k vsaku dešťové vody do podzemí, ani k jejímu přirozenému výparu. Zjednodušeně řečeno, městský prostor se neochlazuje, nad městem se netvoří mraky, neboť horký vzduch stoupá a odnáší oblačnost do studenějších horských oblastí, kde se následně vyskytují častější extrémní přivalové srážky, vznikají povodně, které ovlivňují údolní oblasti a sídla v nížinách podél řek.⁵ Kolektiv Kravčík, Pokorný a Kohutiar ve své publikaci dále upozorňují na skutečnost, že města se stávají tepelnými ostrovy (teploty ve městě jsou znatelně vyšší než teploty jeho okolí) a nad nimi vzniká tzv. tepelný klimatický dešťník. Srážky se odsouvají mimo jejich území, půda se vysušuje, tím se rapidně snižuje její schopnost absorbovat a vypařovat dešťovou vodu, která odtéká po jejím povrchu a vzniká vlastně začarovaný kruh, měnicí malý vodní cyklus a problém se rozšiřuje a stále posouvá. Úbytek vody z malého vodního cyklu autoři vidí jako přímou souvislost s růstem extrémů počasí a s klimatickými změnami. Dokonce přímo uvádí, že vliv změny malého vodního

⁴ PACHAURI, Rajendra K. a Myles R. ALLEN. Climate Change 2014. In: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [online]. Geneva: IPCC, 2015, s. 151 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-92-9169-143-2. Dostupné z: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

⁵ KRAVČÍK, Michal, Jan POKORNÝ, Juraj KOHUTIAR, Martin KOVÁČ a Eugen TÓTH. *Voda pre ozdravenie klímy: Nová vodná paradigma* [online]. 2007. Žilina: Krupa Print, 2007 [cit. 2017-03-26]. ISBN 8096976652. Dostupné z: http://www.enki.cz/cs/publikace/knihy/item/download/52_ded782871eaae5b219203b298afd302a

cyklu na změnu klimatu a nárůst extrémů počasí je daleko významnější než 30% nárůst obsahu oxidu uhličitého v ovzduší za posledních 150 let.

Ať už je pravda ohledně příčiny změny klimatu ve zvyšování obsahu CO₂ vlivem lidského přičinění nebo ve změně malého vodního cyklu, taktéž zapříčiněnou lidským faktorem, anebo je změna klimatu zcela přirozeným jevem, je více než jasné, že města se musí začít měnit - adaptovat⁶, aby se z nich nestala místa zcela nevhodná k pobývání.

Jevy, se kterými se musí města vypořádat z hlediska extrémů počasí, jako jsou příválové deště a extrémní bouřky, které střídají období sucha a nesnesitelně vysokých teplot, jsou:

- lokální povodně, které vznikají vzdutím dešťové vody z nekapacitního kanalizačního systému, který navíc postupně zastarává a vyžaduje většinou nákladnou obnovu,
- zvýšená prašnost v ulicích,
- vysoké teploty, přehřáté městské plochy a málo stinných míst,
- znečištění vodních toků pod městy, znečištění zdrojů podzemní vody, úbytek podzemní vody.

V reakci na tyto problémy vznikla nová filosofie v přístupu odkanalizování urbanizovaných prostorů, která se snaží v co nejvyšší míře přiblížit přirozenému koloběhu vody. Imitovat chování srážkové vody ve volné přírodě, podpořit však v místě dopadu srážky, evaporaci (vypařování) a transpiraci (odpařování vody z povrchu rostlin). Jak bylo řečeno výše, zastavěné plochy běžného města toto neumožňují. Nová filosofie nebo spíše koncepce se začala objevovat nejdříve v západním světě, již někdy v 70. letech 20. století⁷. Systémy, které s přírodě blízkým způsobem odvodnění pracují, se nazývají v různých částech světa jinak. Proto se setkáváme např. s označením SuDS (Sustainable Drainage Systems), které se používá ve Spojeném království, WSUD (Water Sensitive Urban Design) používaným v Austrálii, LID (Low-Impact Development), BMPs (Best Management Practises), pojmy

⁶ Ministerstvo životního prostředí ČR. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
Evropská komise. *SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ - Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu*. Brusel: Evropská komise, 2013. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zelena_kniha_problematicke/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie_EU-20130806.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zelena_kniha_problematicke/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie_EU-20130806.pdf)

⁷ IAN L. MCHARG. *Design with nature*. New ed. New York: Wiley, 1995. ISBN 978-047-1114-604.

známé ze Spojených států amerických, HDV (hospodaření s dešťovou vodou) je název, pod kterým tuto koncepci odvodnění známe a je zaužívaná u nás.

1.2 Rozdíl mezi konvenčním odvodněním měst a decentrálním systémem odvodnění

Klasické odvodnění městského prostoru vzniklo jako ochrana obyvatelstva a objektů před lokálními povodněmi. Povrchovou vodu vnímá jako hrozbu a proto je veškerá srážková voda dopadající na zpevněné městské plochy co nejrychleji odváděna kanalizačním systémem ven z města. Starší a nejčastěji se vyskytující kanalizační systémy jsou jednotné. To znamená, že odvádí na městskou čistírnu odpadních vod společně jedním potrubím jak vodu splaškovou, tak také srážkovou. Tento způsob odkanalizování má mnoho nevýhod, jako například zvýšené nároky na profil kanalizačního potrubí, ale také nadměrně zatěžuje čistírnu odpadních vod (ČOV) při přívalových srážkách, a tím dochází často k hydraulickému stresu ve vodních tocích a k jejich znečištění vlivem zaústění přepadů z ČOV. Aby stokové systémy nebyly příliš drahé, budují se na jednotné kanalizaci odlehčovací komory, ty ovšem zatěžují přilehlé toky emisemi a způsobují jejich hydraulické zatížení. Ke zmírnění těchto negativních vlivů se na odlehčovacích stokách budují retenční nádrže, které účinně snižují počet přepadů do řeky, ale na druhou stranu je jejich výstavba velmi nákladná. Jednotný systém je v současné době nejproblémovější a vzhledem k častějším přívalovým srážkám, na jejichž intenzitu není převážně dimenzován, dochází k zahlcení systému, což vede k vzduť vody a místním záplavám. V novější zástavbě se setkáváme s oddílným systémem, který odvádí zvlášť splaškové vody na ČOV a dešťové vody do blízkého recipientu, nejčastěji do řeky. Tento systém více méně řeší problém vzduť odpadních vod, i když nároky na velikost profilů stále stoupají, což je velmi finančně náročné, nicméně stále zcela neřeší otázku znečištění recipientů od splachu různorodých polutantů z městských povrchů a hydraulické zátěže recipientů. Oba tyto systémy odkanalizování sídel v současné době podporují negativní jevy, které mohou přispívat k problémům, se kterými se v dnešní době musejí města umět vypořádat.

Klasický způsob odvodnění měst můžeme nazvat konvenčním systémem, který veškerou vodu odvádí na jedno místo. Oproti tomu nový způsob, v duchu HDV nazýváme decentrálním systémem odvodnění, protože srážková voda je zadržována co nejbližší místu dopadu, v decentrálních retenčních objektech a pokud je to jen trochu možné, je zde snaha srážkovou vodu vrátit vsakem do podloží.

Hospodaření s dešťovou vodou srážky a povrchovou vodu chápe jako cenný zdroj, ne jako hrozbu a problém.

1.3 Princip HDV

Základní myšlenka HDV je jednoduchá a staví na předpokladu, že napodobením a přiblížením se principu přirozeného vodního cyklu, získáme efektivní nástroj, pomocí kterého se vyrovnáme s negativy, které vyvolává změna klimatu a nevhodný způsob jakým na tuto změnu reagují stávající nástroje. V přirozeném a člověkem nepozměněném prostředí se srážková voda z asi 40% vypaří zpět do atmosféry, 50% se jí vsákne do podloží a pouze 10% odeče po povrchu. Oproti tomu v urbanizovaném prostředí většina srážky odeče po povrchu, jen minimum se vsákne do podloží a vypaří se kolem 30% vody⁸. Čím více zpevněných ploch, tím větší povrchový odtok.

V přírodě nacházíme místa, jako například mokřady, listnaté lesy, louky, rákosová pole a další, která fungují jako přírodní houba. Nasávají srážkovou vodu, filtrují ji a čistí. Vhodně zvolený způsob HDV v zastavěných plochách může nabídnout podobný přínos zařazením retenčních objektů, například vegetační střechy, bioretenční systémy, mokřady a jezírka, které využívají ty samé přirozené procesy.⁹ Od přírodě blízkého způsobu odvodnění tedy očekáváme, že nám pomůže obnovit přirozený stav hydrologického cyklu, zmírní povrchový odtok, znečištění zdrojů vody a zároveň minimalizuje dopady změny klimatu na města - sníží riziko lokálních záplav.

Hlavním přínosem přírodě blízkého odvodnění je tedy v první řadě snížení rizika vzniku povodní za použití opatření, která zpomalí povrchový odtok a sníží jeho objem. Mezi další přínosy patří snížení znečištění recipientů vlivem emisních látek, které se běžně vyskytují na povrchu měst, zmírnění hydraulického stresu na vodní toky, doplnění zásob podzemních vod, podpora zelené infrastruktury měst, posílení biodiverzity a celkové odolnosti měst vůči změnám klimatu, zvýšení atraktivity městských prostorů a posílení sounáležitosti obyvatel k místu, kde bydlí nebo se často pohybují.

Princip přírodě blízkého odvodnění spočívá v tom, že se snažíme se srážkovou vodou vypořádat v místě jejího dopadu nebo co nejbližší k této ploše. Primárně se budeme snažit co nejvíce vody navrátit zpět do podzemí a podpořit tak přirozenou dotaci podzemní vody.

⁸ Úvod do problematiky HDV. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015, s. 15. ISBN 978-80-260-7815-9.

⁹ The philosophy of SuDS. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 19 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

Pokud to není možné (a ve většině případů opravdu není), snahou je vodu zadržet, zpozdit a seškrtnit odtok do recipientu, který představuje blízká vodoteč nebo kanalizace. Důležité je si uvědomit, že tento „nový“ způsob odvodnění nefunguje samostatně a odděleně od konvenčního systému odvodnění a že jej nezavrhuje. Naopak oba systémy se vhodně doplňují.

Přírodě blízký způsob odvodnění - decentralní systém využívá množství opatření a objektů, které dohromady vytváří komplexní systém a to je důležité si uvědomit. Systém nemůže dobře fungovat, pokud jeden každý objekt nenavazuje na další. Manuál používaný ve Spojeném království - SuDS Manual¹⁰ udává, že existuje šest konkrétních funkcí, které jsou vlastní jednotlivým opatřením přírodě blízkého odvodnění. Přičemž každé jedno opatření nemusí plnit pouze jednu funkci.

Přehled jednotlivých funkcí opatření přírodě blízkého odvodnění podle SuDS manuálu:

- Využívání dešťové vody - opatření, která umožňují sbírat srážkovou vodu a dále ji využívat v objektech nebo na jejich pozemcích.
- Propustné povrchy - zpevněné povrchy, které umožňují volný průnik vody do podloží a omezují povrchový odtok, který by byl konvenčně sveden přímou cestou do kanalizačního systému. Jedná se o vegetační střechy a propustné dlažby a povrchy komunikací. Často je součástí těchto objektů akumulací, popřípadě retenční nádrží a předčištění odtoku.
- Vsak - opatření, která umožňují vsakování srážkové vody do podloží. Součástí opatření je často objekt na dočasné zadržení nashromážděného povrchového odtoku, který slouží k jeho postupnému uvolňování do podloží.
- Odvod vody - opatření, která odvádí povrchový odtok do dalších objektů decentralního odvodnění. Tam kde je to možné měla by mít opatření schopnost regulovat množství a rychlost odtoku a srážkovou vodu předčistit. Jedná se například o průlehy a příkopy.
- Zadržení vody - opatření, která pomocí dočasného zadržení povrchového odtoku a jeho postupným uvolňováním řídí množství a rychlost vody, která odtéká z pozemku. Tato opatření mohou samozřejmě umožňovat předčištění vody. Jedná se hlavně o mokřady, jezírka a různé dešťové nádrže.

¹⁰ WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

- Čištění - opatření, která odstraňují polutanty nebo zajišťují odbourávání kontaminantů.

Výhodou tohoto principu odvodnění je, že se může aplikovat v podstatě na jakékoliv území. Nezáleží na tom, zda je odvodňovaná plocha svažité, na rovině nebo hustě zastavěná. Důležité je pochopit místo jako takové v celém jeho kontextu a navrhnout opatření, která nenaruší jeho jedinečnost a kontinuitu. Většinu opatření, která se účastní procesu HDV je možné navrhnout jako opatření povrchová. Povrchový způsob odvádění srážek do jednotlivých objektů je vhodný jednak z hlediska napodobení přírodních principů, ale také nám poskytuje výhodu sledovat cestu vody a kontrolovat stav jednotlivých opatření. Povrchová opatření dále pomáhají lidem pochopit, co se se srážkovou vodou děje a domyslet si, proč se tak děje a k čemu jsou opatření dobrá. Takový způsob odvádění vod nám pomáhá pochopit, že srážková voda není hrozbou, ale cenným přínosem. Je přirozenou součástí našeho životního prostoru, který obohacuje ve více rovinách. Voda vždy lidem přinášela uspokojení, ať už mluvíme o jejích fyzikálních vlastnostech nebo o emocích, které v nás vyvolává.

Hospodaření s dešťovou vodou je variabilním a hravým nástrojem, který nabízí mnoho možností jak posílit schopnost měst přizpůsobit se změně klimatu a který přináší nové možnosti v boji s problémy, jimž většina měst v souvislosti s těmito změnami čelí. Jednotlivá opatření využívají objekty s volnou vodní hladinou, vegetaci, ale i zpevněné plochy, opatření na povrchu i pod ním.

Přehled přínosů HDV:

Tabulka 1: Přehled přínosů HDV

OBLAST PŘÍNOSU	HLAVNÍ PŘÍNOSY
VODA	Ochrana kvality povrchových a podzemních vod proti znečištění z povrchového odtoku
	Podpora přirozeného vodního cyklu a přirozených vodních režimů vodních ploch
	Zvýšení půdní vlhkosti a dotace podzemních vod
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva
	Posílení biodiverzity
	Propojení stanovišť a ekosystémů
OBYVATELSTVO	Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi
	Zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace se zastavěnými plochami
	Posílení povědomí obyvatel o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby
	Posílení měst v adaptaci na změnu klimatu
	Zpříjemnění klimatu městského prostoru

Zdroj: The SuDS Manual

Základní zásady návrhu systému HDV:

Tabulka 2: Základní zásady návrhu HDV

OBLAST NÁVRHU	ZÁSADY
VODA	Využívat povrchový odtok
	Snížit hrozbu lokálních povodní
	Aplikovat opatření HDV co nejbližší místu dopadu srážky - opatření u zdroje
	Opatření k odvádění srážkové vody navrhovat přednostně jako povrchová
	V co největší možné míře preferovat bezpečný vřak vody do podloží
	Využitím vegetačních ploch podpořit evapotranspiraci
	Zpomalit povrchový odtok
	Snaha co nejvíce snížit znečištění povrchového odtoku přírodními způsoby
	Snaha navrhnout systém tak, aby byl přizpůsobivý v adaptaci na změny
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	Podporovat a chránit stanoviště fauny a flóry
	Podpořit propojení stanovišť a ekosystémů - posílení zelené infrastruktury
	Vytvořit pestré a odolné ekosystémy
OBYVATELSTVO	Přinést obyvatelům bezpečný systém odvodnění
	Navrhovat opatření jako víceúčelová a posílit jejich estetické kvality
	Navrhovat opatření jednoduchá a srozumitelná

Zdroj: The SuDS Manual

1.4 Řešená problematika v zahraničí

Jak bylo zmíněno výše, systémy přírodě blízkého odvodnění se začaly vyvíjet nejprve v průmyslově vyspělých zemích západního světa. Důvody vzniku byly převážně dvojího charakteru, jednak vysoká míra urbanizace anebo blízkost vody jako zdroje častého ohrožení u států, jejichž značná část území leží pod hladinou moře nebo se jedná o přímořské a ostrovní státy, jejichž podnebí je více ovlivňováno změnami klimatu. Většina států si začala postupně uvědomovat, že stav, kdy se zvyšuje množství zpevněných zastavěných ploch, které musí být bezpečně odvodněny, je neudržitelný při využívání konvenčních přístupů. Budování nové kanalizační sítě, která se musí svými profily přizpůsobit stále častějším přívalovým deštům, není účelné. Profily potrubí dešťové kanalizace se nedají zvětšovat do nekonečna a navíc její výstavba se zbytečně prodražuje.

Při řešení této situace se tamní odborníci inspirovali přírodou, která se ve svém nezměněném stavu umí vypořádat s většinou následků řádění přírodních živlů. Dalším

významným a nevyhnutelným krokem bylo zavedení plateb za odvádění dešťové vody do stoky. Dešťová voda dostala cenu, aby začal fungovat tržní mechanismus v duchu trvale udržitelného rozvoje. Tento krok vyvolal zájem s vodou hospodařit i ve stávající zástavbě.¹¹

Ve většině těchto států se přírodě blízký způsob odvodnění stal neodmyslitelnou součástí legislativy, technických předpisů, strategií a manuálů, které jsou závazné při plánování nové výstavby nebo pro úpravy stávajících zastavěných ploch.

Pro rozvoj HDV na našem území a vznik příslušných technických předpisů nám je vzorem Německo. Proto se mu níže v textu budu podrobněji věnovat.

1.4.1 HDV v Německu

Počátky HDV v Německu by se mohly datovat k roku 1996, kdy byl novelizován Vodní zákon. K posunu došlo hlavně ve změně přístupu k ochraně vodních toků a posílení jejich ochrany před zásahy lidské činnosti do jejich přirozeného prostředí. V novele se objevuje text, který se vymezuje proti zrychlenému povrchovému odtoku vod z urbanizovaných ploch: „... zachovat režim odtoku a zabránit jeho zvýšení nebo zrychlení.“⁸

Způsob, jakým je v Německu systém HDV legislativně zakotven, se odehrává na třech úrovních - právní předpisy na státní úrovni, na úrovni jednotlivých spolkových zemí a na úrovni obcí.

Státem je vymezena základní struktura, kterou reprezentují tzv. rámcové zákony. Ty vymezují pojmy a určují hlavní cíle. Na úrovni jednotlivých zemí jsou tyto zákony doplněny o další předpisy, které si v rámci vymezených práv každá země stanoví podle svých priorit. Na této úrovni je vymezena právní pozice HDV, kterou se dále řídí projektanti, architekti, stavební firmy i investoři. Konkrétní předpisy a vyhlášky si potom stanovuje každá obec dle svého uvážení. Na obecní úrovni se také upravuje výše poplatků, které se týkají připojení na kanalizaci.¹²

Všeobecně je v Německu u poplatků za stočné rozlišováno vodné, platby za dešťovou vodu napojenou na kanalizační síť (kde se jednotlivé plochy započítávají s pomocí součinitele odtoku) a na dešťové vody, které jsou zadržovány a zpětně využívány v domácnostech. Poplatky za užívanou dešťovou vodu se v jednotlivých zemích dost liší. Plochy, které jsou od kanalizace zcela odpojeny, se do poplatků nezapočítávají.

¹¹ STRÁNSKÝ, David, KABELKOVÁ, Ivana, VÍTEK, Jiří, SUCHÁNEK, Milan. Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích [online]. 2007 - 12 - 01[cit 2016-07-01] Dostupné také z: http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01_JVPVH.pdf

¹² VÍTEK, Jiří. Na cestě za hospodařením s dešťovou vodou, zásadní rozdíl mezi systémovou a účelovou aplikací principů HDV. In: Sborník přednášek konference MĚSTSKÉ VODY. Liberec: Bor, 2009, s. 127–138. CogniSci. ISBN 978-80-86807-55-3.

Tento způsob účtování stočného působí na majitele nemovitostí motivačně a podporuje HDV hlavně ve stávající zástavbě.

Německo má velmi dobře propracované technické předpisy, které se vztahují k problematice HDV. Tyto předpisy vydává profesní sdružení DWA, jejíž směrnice DWA - Arbeitsblatt A 138¹³ je jedním ze vzorů pro naši ČSN 75 9010¹⁴ a TNV 75 9011¹⁵.

Směrnice popisuje možné způsoby vsakování dešťové vody ve vztahu k technickým i právním aspektům a je určena stavebním inženýrům, architektům, urbanistům a zahradním architektům. Směrnice definuje podmínky a postupy pro výpočet a návrh vsakovacích systémů. Zahrnuje jak kvantitativní, tak kvalitativní principy plánování a předkládá různé koncepty HDV. Součástí směrnice jsou pokyny pro výstavbu a provoz zařízení. Spolu s DWA ATV - Merkblatt M 153¹⁶ (která je zaměřena na posuzování nutnosti předčištění dešťových vod při vypouštění do vodních toků) jsou v Německu důležitým nástrojem územního plánování.

1.5 Řešená problematika v České republice

U nás je problematika hospodaření s dešťovými vodami stále v počátečním stádiu implementace. Vůbec první legislativní předpis, který se v České republice zabýval HDV, byla vyhláška 501/2006 o obecných požadavcích na využívání území. Konkrétně se jednalo o stanovení podmínek, které musí být splněny při vymezení stavebního pozemku. V §20, odst. 5, písm. c) se hovoří o tom, že na pozemku musí být vyřešeno vsakování dešťových vod nebo jejich zadržení v kapacitě 20mm denního úhrnu srážek před jejich svedením do vodního toku či do kanalizace pro veřejnou potřebu jednotné či oddílné pro samostatný odvod dešťové vody veřejné dešťové nebo jednotné kanalizace.¹⁷ Je zde patrná snaha o definování pravidla, které má omezit odtok srážkových vod z pozemku, což je jedním z kritérií HDV.

Hospodaření s dešťovými vodami je v legislativě České republiky v současné době zakotveno na několika úrovních. Strategické plány rozvoje republiky, které se týkají

¹³ Arbeitsblatt DWA - A 138: *Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*. 2., redaktionell korrigierte Auflage. Meckenheim: DCM, 2005

¹⁴ ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012

¹⁵ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013

¹⁶ DWA – Merkblatt M 153 (2007): *Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser*

¹⁷ VÍTEK, Jiří. Na cestě za hospodařením s dešťovou vodou: O probíhající novelizaci vyhlášky 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území. In: *Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích. Odborný seminář a výstava*. [online]. Brno: ARDEC, 2009, [cit. 2017-03-26]. ISBN 80-86020-62-2. Dostupné z: http://www.jvpprojektvh.cz/photo/sekce/file/12009-03-10_JVPVH.pdf

problematiky HDV, a jejichž tvorbu mají na starosti příslušná ministerstva, slouží k jednotnému nasměrování vývoje řešené oblasti dané problematiky. Hlavní dokumenty pro tuto oblast jsou Národní plány povodí České republiky, které jsou zpracovány na základě spolupráce mezi Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem životního prostředí, Politika územního rozvoje České republiky, zpracovaná Ministerstvem pro místní rozvoj a nově také Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, kterou zpracovalo Ministerstvo pro životní prostředí ve spolupráci s dalšími resorty (zemědělství, průmyslu a obchodu, pro místní rozvoj, zdravotnictví a vnitra).

1.5.1 Národní plány povodí České republiky

Národní plány povodí ve druhém plánovacím období (2015 - 2021) nahradily koncepční dokument Plán hlavních povodí České republiky využívaný v prvním plánovacím období¹⁸ (2009 - 2015). Národní plány povodí pořizuje Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s příslušnými správci povodí a místně příslušnými krajskými úřady. Schvaluje je vláda.

Národní plány povodí stanovují cíle:

- pro ochranu a zlepšování stavu povrchových a podzemních vod a vodních ekosystémů,
- ke snížení nepříznivých účinků povodní a sucha,
- pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami a udržitelné užívání těchto vod pro zajištění vodohospodářských služeb a
- pro zlepšování vodních poměrů a pro ochranu ekologické stability krajiny.¹⁹

Národní plány povodí byly zpracovány podle §25 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, upraveny podle připomínek uživatelů vody a veřejnosti a schváleny Vládou České republiky dne 21. prosince roku 2015. Jsou součástí procesu plánování v oblasti vod, jako soustavné koncepční činnosti garantované státem, který byl zaveden do českého právního řádu podle požadavků Evropských společenství, zejména směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Konkrétní pasáže plánů, které se týkají problematiky HDV a adaptace na změnu klimatu nalezneme například v těchto částech:

¹⁸ ČESKO. Nařízení vlády, ze dne 21. března 2016, kterým se zrušuje nařízení vlády č. 262/2007 Sb., o vyhlášení závazné části Plánu hlavních povodí České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2016, částka 40, s. 1908. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=18014>

¹⁹ Národní plány povodí. *Voda, eAGRI* [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/narodni-plany-povodi/>

- KAPITOLA IV. cíle pro povrchové vody, podzemní vody a chráněné oblasti vázané na vodní prostředí

IV.5. Cíle ke snížení nepříznivých účinků povodní a sucha²⁰

Rámcové cíle ke snížení nepříznivých účinků sucha:

a) zavádět adaptační opatření specifikovaná v Národním programu pro zmírnění dopadů změny klimatu v České republice

e) uplatňovat důsledně v generelech odvodnění urbanizovaných území i v územním plánování a ve všech typech jednotlivých územních a stavebních řízení koncepci nakládání s dešťovými vodami, umožňující jejich zadržování, vsakování i přímé užívání

- KAPITOLA V. SOUHRN PROGRAMU OPATŘENÍ K DOSAŽENÍ CÍLŮ

V.1.7 Souhrn opatření k zabránění a regulaci znečištění z bodových zdrojů, včetně opatření směřujících ke snižování rozsahu mísících zón²¹

Přednostně se mají srážkové vody zasakovat vhodným technickým zařízením do terénu (vegetační plochy a pásy, zatravnovací tvárnice, příkopy a vsakovací jámy apod.) nebo odvádět samostatnou kanalizací do recipientu.

V.1.15 Souhrn opatření pro zlepšování vodních poměrů a pro ochranu ekologické stability krajiny²²

Plně uplatnit a důsledně kontrolovat naplňování požadavků stavebního a vodního zákona ve vztahu k nakládání se srážkovými vodami (úroveň pořizování ÚP/územního řízení/stavebního povolení/ohlášení.), případně účinnými nástroji podpořit (legislativními, finančními, regulačními) vsakování dešťových srážek a systémy zachycování a opětovného využívání dešťových srážek ze zpevněných ploch v urbanizovaných územích s cílem zvýšit retenci vody v krajině a posílit vodní zdroje. Zvážit možnosti podpory alternativních způsobů hospodaření s vodními zdroji, např. formou řízené umělé infiltrace.

Důsledně uplatňovat principy hospodaření se srážkovými vodami.

²⁰ Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR. *Národní plán povodí Labe - kapitola IV. cíle pro povrchové vody, podzemní vody a chráněné oblasti vázané na vodní prostředí*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. s. 22-24. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/437748/NPP_Labe_kapitola_IV.pdf

²¹ Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR. *Národní plán povodí Labe - kapitola V. souhrn programu opatření k dosažení cílů*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. s. 13-15. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/437750/NPP_Labe_kapitola_V.pdf

²² Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR. *Národní plán povodí Labe - kapitola V. souhrn programu opatření k dosažení cílů*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. s. 23-26. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/437750/NPP_Labe_kapitola_V.pdf

V.1.17 Souhrn opatření ke snížení nepříznivých účinků sucha²³

List opatření - Sucho a nedostatek vodních zdrojů:

Jedním z opatření je zvyšování retenční kapacity krajiny včetně zemědělských a urbanizovaných oblastí. Je třeba:

Zajistit důslednější aplikaci vsakování či retenci koncentrovaných srážkových vod ze staveb podle současné legislativy, namísto v praxi často preferované varianty co nejrychlejšího odvedení srážkové vody do kanalizace či vodního toku.

Uplatňovat ve vybraných územích s nepříznivými faktory odtokových poměrů provedení komplexních pozemkových úprav s opatřeními řešícími zlepšování vodního režimu krajiny (výstavbu malých nádrží s propustným dnem pro podporu infiltrace vod, retenční zasakovací průlehy namísto přímého odvádění srážkových vod do vodních toků, revitalizace vodních toků a jejich niv namísto upravených a degradovaných; přirozené a přírodě blízké nivy a mokřady disponují aktivní retencí vody a zmírňují dopady extrémních výkyvů počasí atd.).

1.5.2 Politika územního rozvoje, ve znění Aktualizace č. 1

Politika územního rozvoje ČR je nástrojem územního plánování, který určuje ve stanoveném období požadavky na konkretizaci úkolů územního plánování v republikových, přeshraničních a mezinárodních souvislostech, zejména s ohledem na udržitelný rozvoj území, a určuje strategii a základní podmínky pro naplňování těchto úkolů. (Díl 2, Politika územního rozvoje, §31 (1))

V části 2 Republikové priority územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území, je v kapitole 2.2 Republikové priority, stanoven požadavek „vytvářet podmínky pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze, sucho atd.) s cílem minimalizovat rozsah případných škod. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodní. Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativy k umělé akumulaci vod. V zastavěných

²³ Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR. *Národní plán povodí Labe - kapitola V. souhrn programu opatření k dosažení cílů*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. s. 26-28. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/437750/NPP_Labe_kapitola_V.pdf

územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní.²⁴

1.5.3 Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Tato národní adaptační strategie byla schválena vládou ČR v říjnu roku 2015 a přináší celkové zhodnocení pravděpodobných dopadů změny klimatu na naše území a návrhy konkrétních adaptačních opatření, legislativní a částečnou ekonomickou analýzu.

Zmiňuje a doporučuje přírodě blízké odvodnění jako jeden z důležitých nástrojů v rámci adaptace na změnu klimatu, a to v několika sektorech hospodářství a životního prostředí.

Příloha strategie č. 5: Souhrn hlavních doporučení pro přizpůsobení se změně klimatu v ČR v oddílu:

- Vodní režim v krajině a vodní hospodářství:
„Podpořit účinnými nástroji (legislativními, finančními, regulačními) vsakování dešťových srážek a systémy zachycování a opětovného využívání dešťových srážek ze zpevněných ploch v urbanizovaných územích s cílem zvýšit retenci vody v krajině a posílit vodní zdroje. Zvážit možnosti alternativních způsobů hospodaření s vodními zdroji např. formou umělé infiltrace.“
- Urbanizovaná krajina:
„Zajistit udržitelné hospodaření s vodou (zasakování či využívání srážkových vod, úsporná opatření) a funkčně propojené systémy ploch s převažujícími přírodními složkami tvořící systém sídelní zeleně. Důležitou roli přitom budou hrát vodní a vegetační plochy a prvky.“
- Biodiverzita a ekosystémové služby:
„Zajistit důkladné a provázané plánování využití území s dlouhodobým výhledem (územní plánování, komplexní pozemkové úpravy, krajinné plánování, lesní hospodářské plány a osnovy apod.) beroucí ohledy na ochranu biodiverzity a zajištění klíčových ekosystémových služeb vč. Zadržování vody v krajině.“²⁵

²⁴ Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. *Politika územního rozvoje České republiky, ve znění Aktualizace č. 1*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2015. Dostupné také z: https://www.mmr.cz/getmedia/e7ff2b3b-b634-425f-8fa5-6699b8d2f755/2015_VI_8_cistopis_apur_1.pdf?ext=.pdf

²⁵ Ministerstvo životního prostředí ČR. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)

Tyto tři strategické dokumenty jasně ukazují, že aplikace hospodaření s dešťovou vodou je v České republice právně zakotveno, a že náš stát se snaží integrovat nové přístupy v rámci svého rozvoje území.

1.5.4 Platná legislativa ČR, která zahrnuje HDV

- **Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)**

Vodní zákon vznáší požadavek na uplatňování jednoho ze základních principů HDV prostřednictvím §5, odstavce 3, ve kterém udává povinnost hospodařit se srážkovými vodami přímo na pozemku stavby.

„Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit **vsakování** nebo **zadržování** a **odvádění** povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem⁴). Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.“²⁶

- **Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území**

V části požadavků na vymezení pozemků a umístování staveb na nich §20, odstavec 5, je uveden požadavek na upřednostnění vsaku srážkových vod na pozemku, pokud ovšem tyto vody nelze využít jiným způsobem (například na zálivku vegetace nebo omývání zpevněných ploch, splachování, praní apod.).

(5) „Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno c) vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno 1. přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování, 2. jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo 3.

²⁶ ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 98, s. 5617-5667. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20f9c15060cad3aec1256ae30038d05c/\\$FILE/Z%20254_2001.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20f9c15060cad3aec1256ae30038d05c/$FILE/Z%20254_2001.pdf)

není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.²⁷

- **Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby**

Vyhláška, která by měla poskytovat právní ochranu proti tzv. bezodtokovým územím vznikajícím v případě, že nedojde k napojení bezpečnostních přelivů nebo regulovaných odtoků objektů HDV na recipient nebo kanalizaci. K tomu dochází nejčastěji z důvodu neochoty vlastníka kanalizační sítě objekty napojit s argumentem, že trubní vedení v jejich vlastnictví nevyhovuje kapacitou a technickým stavem, aby pojmulو vody z těchto objektů. Jejich neochota se ovšem dá vyložit i skutečností, že za odvádění dešťových vod ze soukromých staveb se nevybírají žádné poplatky. Přitom §6, odstavec 4 výše jmenované vyhlášky říká, že

„Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.“²⁸

Z tohoto odstavce tedy jasně vyplývá, že každá stavba musí mít zajištěný odvod dešťových vod a nemůže tedy docházet ke vzniku bezodtokových území, která mohou ohrožovat okolní zástavbu vyplavením vod při překročení kapacit objektů HDV.

- **Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)**

Tento zákon udává prostřednictvím § 8, odstavec 4 povinnost vlastníkovu sítě napojení srážkových vod na kanalizaci, což úzce souvisí se situací popsanou výše v textu.

„Vlastníci vodovodů nebo kanalizací, jakož i vlastníci vodovodních řadů, vodárenských objektů, kanalizačních stok a kanalizačních objektů provozně

²⁷ ČESKO. Vyhláška č. 501/2006 Sb. ze dne 28. listopadu 2006, o obecných požadavcích na využívání území. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, částka 163, s. 6953-6960. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=63140&nr=501~2F2006~20Sb.&ft=pdf>

²⁸ ČESKO. Vyhláška č. 268/2009 Sb. ze dne 26. srpna 2009, o technických požadavcích na stavby. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2009, částka 81, s. 3702-3719. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=69147&nr=268~2F2009~20Sb.&ft=pdf>

souvisejících, jsou povinni umožnit napojení vodovodu nebo kanalizace jiného vlastníka, pokud to umožňují kapacitní a technické možnosti.“²⁹

- **Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)**

Podle této vyhlášky se stoková síť navrhuje dle pravidel ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov. Norma byla přijata v říjnu roku 2008, tedy ještě před zavedením principů HDV do české legislativy. Následkem toho, je stoková síť navrhována způsobem, který nezná pojem regulovaného množství návrhové srážky. Tím je navrhovaná stoka zbytečně předimenzována a bohužel není docíleno předpokladu snížení nákladů na výstavbu kanalizační sítě, který má být jednou z výhod zavádění decentralního způsobu odvodnění.

Jak je patrné, problematika HDV sice byla zanesena do naší legislativy, ale bohužel to nebylo provedeno systémově. Jednotlivá nařízení, která jsou obsažena ve výše jmenovaných zákonech a vyhláškách spolu často úplně nekorespondují. Je zde například rozpor mezi vodním zákonem a stavebním zákonem. Stavební zákon udává povinnost aplikovat HDV u novostaveb, kdežto vodní zákon je přísnější a povinnost ukládá stavebníkovi i v případě změny stavby nebo změn v jejím užívání. Tento požadavek se v praxi často striktně nedodržuje, protože může v některých případech působit neopodstatněně a jako těžko obhajitelný. Podle Ministerstva pro místní rozvoj ČR rozhoduje o povinnosti při změně stavby přebudovat také systém odvodnění srážkových vod místně příslušný stavební úřad. Pokud stavební úřad není schopen rozhodnutí učinit, věc se postupuje krajskému úřadu, který rozhodnutí vydá. Tím, že nejsou nastavena jednoznačná pravidla, mohou zbytečně vznikat situace, které komplikují život stavebníkům i úředníkům.

Další sporný bod této problematiky spočívá v hodnocení objektů decentralního odvodnění z pohledu, zda se jedná o vodní díla, či nikoliv. Velká část těchto objektů splňuje definici pro to, co je vodní dílo obsaženou v §55 vodního zákona.

„Vodní díla jsou stavby, které slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným

²⁹ ČESKO. Zákon č. 274/2001 Sb. ze dne 2. srpna 2001, o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 104, s. 6465-6482. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=51549&nr=274~2F2001~20Sb.&ft=pdf>

účelům sledovaným tímto zákonem, a to zejména³⁰ - následuje výčet děl, který sice objekty HDV neudává, ale to neznamená, že za vodní díla nemohou být považovány. V praxi opět dochází k tomu, že stejné objekty HDV jsou v různých případech a různými úřady vyhodnoceny odlišně. Pokud je objekt vyhodnocen jako vodní dílo, prochází přísnějším procesem schvalování i následné kolaudace a jejich provoz je možné dále kontrolovat, i v případě, že se tento objekt nachází na soukromém pozemku. Nejednoznačnost při rozhodování co je a co není vodní dílo, s sebou nese možné riziko následných komplikací, protože je omezen dohled vodoprávních úřadů nad díly, které při špatném provedení mohou způsobit značné škody na zdraví i majetku.

Detailní zhodnocení jednotlivých zákonů a vyhlášek je obsahem publikace *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*.³¹ Na tomto místě uvádím alespoň stěžejní problémy a rozpory, které výše jmenovaná legislativa přináší, a které jsou v publikaci podrobně rozebrány.

1.5.5 Technické předpisy související s HDV

V současné době jsou v platnosti dva technické předpisy, které jsou určeny hlavně vodohospodářům, a podle kterých je možné se řídit při projektování objektů HDV a při dalších činnostech, které následují.

ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod

Jako první vešla v únoru 2012 v platnost norma ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod. Technický předpis určuje pravidla návrhu, výstavby a provozu povrchových a podzemních vsakovacích zařízení. Dále popisuje rozsah a způsob realizace geologického průzkumu za účelem zjištění podmínek pro vsakování srážkových vod, postupy, příklady a výpočty retenčních objemů vsakovacích zařízení a přináší aktualizovanou tabulku návrhových úhrnů srážek v České republice. Tato norma ovšem problematiku systémů HDV řeší jen částečně a bohužel nesystémově. Předpis je zaměřen čistě na vsak srážkových vod na jednotlivých pozemcích a zcela opomíjí fakt, že odvodnění každé stavby musí být uvažováno v kontextu s okolím a se stávajícím systémem odvodnění širší oblasti. Zapomnělo se na skutečnost, že HDV je komplexní systém sestávající z mnoha způsobů, jak pozemky

³⁰ ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 98, s. 5617-5667. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20f9c15060cad3aec1256ae30038d05c/\\$FILE/Z%20254_2001.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20f9c15060cad3aec1256ae30038d05c/$FILE/Z%20254_2001.pdf)

³¹ VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

bezpečně odvodnit, zahrnuje množství opatření, která lze aplikovat v podstatě za všech místních podmínek při splnění zadání přírodě blízkého odvodnění.

Hlavní nedostatky normy lze shrnout do následujících bodů:

- Norma řeší pouze jeden z možných způsobů odvádění srážkových vod ve smyslu systémového opatření HDV. Norma je zaměřena čistě na problematiku zasakování. Vzhledem ke skutečnosti, že řada pozemků na našem území nemá vhodné přirozené podmínky pro vsak srážkových vod nebo jejich míra zastavěnosti území je tak vysoká, že vsak nepřipouští, je norma aplikovatelná v omezeném množství případů.
- Norma neobsahuje systémová opatření
- Maximální doba prázdnění retenčního objemu vsakovacích zařízení je omezena délkou 3 dny, což představuje riziko. Během tří dnů může přijít další přívalová srážka o vyšší intenzitě, přičemž retenční prostor nebude plně uvolněn, aby další srážku bezpečně pojmula.
- V normě jsou nesystémově řešeny bezpečnostní přelivy vsakovacích objektů. Nejsou stanovena pravidla pro příjemce vod z těchto bezpečnostních přelivů. Může tak dojít k zaplavení sousedních pozemků nebo k vyplavení samotné odvodňované stavby.
- Norma nedefinuje kategorii nepřipustných srážkových vod, pouze vody přípustné a srážkové povrchové vody podmíněčně přípustné. Silně kontaminované srážkové vody přitom představují pro přírodě blízká opatření překážku, neboť nejsou schopny se s tímto znečištěním vypořádat, bez použití dalšího technického opatření.³²

V současné době se plánuje aktualizace této normy, která se bude týkat zejména rozsahu a potřeby hydrogeologického posouzení (resp. geologického průzkumu) lokality podle velikosti plánované stavby.

Na normu Vsakovací zařízení srážkových vod musel logicky navázat další předpis, který by ji vhodně doplnil a problematiku HDV řešil komplexně, popřípadě se dokázal vypořádat s nedostatky uvedenými výše v textu. V březnu roku 2013 tak vznikla oborová norma **TNV 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami**

Předmět normy:

- Norma řeší hospodaření s dešťovými vodami přírodě blízkým způsobem a to pomocí jednotlivých decentrálních objektů, ale i centrálních opatření, která je následují a vhodně doplňují, aby vznikl komplexní a životaschopný systém.

³² VÍTEK, Jiří. Nepodceňujme omyly, kterých se dopouštíme při zavádění HDV. Vodní hospodářství. Září 2012, vol. 62, no. 9, s. 280-284. ISSN 1211-0760. Dostupné také z: <http://vodnihospodarstvi.cz/archiv-rocnik-2012/>

- Norma přesně definuje vhodný recipient a technické řešení objektů
- V normě je podrobně popsána míra a druh znečištění srážkových vod ve vztahu druh plochy a typické znečištění, které produkuje a vhodné opatření, které je schopné se s kontaminací úspěšně vypořádat.
- Předpis doplňuje rozdělení znečištěných vod podle normy ČSN 75 9010 o vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch, tj. srážkové vody potenciálně vysoce znečištěné a upozorňuje, že představují vysoké environmentální riziko a jsou nepřipustné pro vsakování bez předchozího předčištění a laboratorního prokázání vhodné jakosti.
- V normě jsou přehledně představeny jednotlivé objekty decentrálního odvodnění, popsány postupy k jejich správnému dimenzování.
- Norma je doplněna o informace, jak objekty decentrálního způsobu odvodnění udržívat a jak je provozovat po předání objektů do užívání.
- Norma definuje zásadní parametry pro návrh objektů, jako jsou:
 - Maximální specifický odtok 3 l/s. ha
 - Prázdnění objemu retenčních objektů do 24 hod. (Upravuje požadavek normy ČSN 75 9010)
 - Stanovuje, že retenční kapacita objektů smí být překročena jednou za 5 let.
- Norma popisuje možné způsoby, kterými lze docílit snížení povrchového odtoku a jeho znečištění.³³

1.5.6 Zhodnocení stavu problematiky HDV v České republice

Zatím je stále znát výrazný náskok západního světa, můžeme mluvit až o 45 letech⁶, v přístupu k problematice aplikace HDV do urbanizovaného prostředí. V posledních dvou dekáдах se pod vlivem klimatických změn průmyslově vyspělé státy zaměřovali ještě usilovněji na vývoj a výzkum v oblasti přírodě blízkého odvádění srážkových vod a také vznikla celá řada projektů v různých částech světa. My máme velkou výhodu, že můžeme z jejich poznání těžit a nemusíme být tzv. průkopníky slepých uliček.

I přes to, způsob jakým se u nás přistupuje k zavádění principů přírodě blízkého odvodnění na státní úrovni prostřednictvím různých paragrafů vložených samostatně do příslušných zákonů a vyhlášek plně nekoresponduje s tím, že HDV je ucelený systém, který

³³ VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

zasahuje a ovlivňuje několik oborů stavebnictví. U nás se bohužel celá problematika zúžila čistě na obor vodního hospodářství. Technické předpisy, v podobě, jakou prozatím mají, jsou těžko využitelné pro urbanisty, architekty, zahradní architekty, projektanty pozemních staveb nebo projektanty dopravních staveb.

Na úrovni obcí se zatím také nedaří HDV efektivně zavádět, i když existují výjimky v podobě několika měst, které mají zpracovánu studii odtokových poměrů, jejíž součástí jsou limity odvodnění platící pro veškerou výstavbu.³⁴

Územní plánování se srážkovým vodám v zastavěných oblastech věnuje pouze ve smyslu prevence proti záplavám a hrozbám s nimi souvisejícími. Již se opomíná, že správně aplikovaný přírodě blízký způsob odvodnění městských prostor má pozitivní vliv na zmírnění negativních projevů, který s sebou přináší urbanizace (viz text výše). Voda je součástí krajiny přírodní a měla by být samozřejmě také součástí krajiny městské a spolu s vegetací vytvářet propojení mezi těmito dvěma světy, aby města mohla těžit ze všech výhod, které zelená infrastruktura nabízí. Z tohoto důvodu by měly být jasné principy a pravidla pro HDV zakotveny v územních plánech a to od samého počátku plánovacího procesu, od plánování využití ploch a jejich povrchů, až po aplikaci nejlepších dostupných technik k zachycení, zadržování a vsaku povrchového odtoku.³⁵

Na tuto skutečnost upozorňuje také Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, která doporučuje v „zájmu zlepšení využitelnosti nástrojů územního plánování zajistit metodickou podporu zpracování a využití územních studií v rámci územně plánovacího procesu jako odborných podkladů podrobně řešících problematiku specifickou pro dané území, ve vazbě na širší územní vztahy (např. odtokové poměry v území, snížení erozní ohroženosti půdy, snížení povodňových rizik, revitalizace vodních ekosystémů, hospodaření se srážkovou vodou, rozvoj funkčního systému sídelní zeleně, apod.)“³⁶

O prosazení principů přírodě blízkého způsobu odvodnění jako součástí územních plánů se vyjádřila v roce 2013 také Česká komora architektů v jejich dokumentu Prohlášení ČKA k povodňovým rizikům v ČR³⁷, ve kterém Komora vyzdvihuje důležitost systémově

³⁴ DHI, a.s., Sweco Hydroprojekt, a. s., JV PROJEKT VH, s. r. o., VODIS Olomouc, s. r. o. Studie odtokových poměrů. In: Koncepce vodního hospodářství města Olomouce. 2014.

³⁵ Asociace pro vodu ČR. Studie proveditelnosti implementace koncepce nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2009.

³⁶ Ministerstvo životního prostředí ČR. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. [cit. 2016-10-17]. s. 76. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)

³⁷ Česká komora architektů. Prohlášení ČKA k povodňovým rizikům v ČR. 2013. Dostupné z: <https://www.cka.cz/cs/import/ostatni/povodne/prohlaseni-cka-k-povodnovym-rizikum-v-cr>

podporovat retenční schopnost krajiny včetně urbanizovaného území a potřebu v územním plánu koncepčně řešit zadržování srážkové vody ve městě.

Bohužel, do dnešní doby zatím žádné metodické pokyny nevznikly.

1.6 Kritická rešerše obsahující odkazy na bibliografii

V této kapitole práce upozorňuje na díla, která jsou zaměřena na problematiku HDV, ale jsou určena převážně architektům a urbanistům a vyplňují důležitou mezeru v množství technických předpisů, manuálů a přístupů, kterých je i u nás velké množství k dispozici, přesto plně nepostihují téma hospodaření s dešťovou vodou v zastavěných územích, protože se často omezují na konkrétní oblast problematiky.

Téma hospodaření s dešťovou vodou je nutné uchopit z pohledu tvorby městského prostoru a nezužovat jej pouze na část vodohospodářskou. Tímto přístupem nemůžeme nikdy využít celého potenciálu, který nám HDV nabízí.

V českém prostředí je věnována pozornost publikacím, které jsou pro rozvoj a pochopení HDV stěžejní.

1.6.1 Zahraniční publikace

- **Artful Rainwater Design - Creative Ways to Manage Stormwater³⁸**

Autor: Stuart Echols, Eliza Pennypacker

Kniha představuje jiný přístup ve způsobu nahlížení na projekty s tematikou HDV. Upozorňuje na posun problematiky od doby vzniku prvních projektů na území Spojených států amerických. Strategie HDV se postupně vyvíjela od nutnosti zmírnění rizika lokálních povodní, snížení objemu povrchového odtoku ze zpevněných ploch pomocí vsakování a zadržování srážkových vod až po využívání těchto vod v domácnostech a snížení znečištění recipientů vlivem splachu nečistot z městských povrchů. Od konce 90. let někteří projektanti začali měnit přístup a snažili se do svých projektů zakomponovat další přínos a hodnotu než „jen“ snížit objem a znečištění povrchového odtoku. A od počátku nového tisíciletí se objevují první projekty, které v sobě koncentrují všechny benefity. V této době vzniká tzv. „Artful Rainwater Design (ARD)“. Tento pojem v dalším textu záměrně nepřekládám a ponechávám jej pod zkratkou ARD. Volně by se mohl přeložit jako důmyslný přístup k navrhování s dešťovou vodou, ale také jako umělecký přístup. V podstatě oba tvary naplní

³⁸ ECHOLS, Stuart a Eliza PENNYPACKER. *Artful rainwater design: creative ways to manage stormwater*. 1. Washington: Island Press, 2015. ISBN 978-1610912662.

představu nového pohledu na navrhování projektů s principy HDV, které jsou v duchu udržitelného rozvoje.

Dílo je členěno na čtyři části:

- **Historie vývoje HDV a vznik ARD**

Autoři popisují celkem stručně a spíše populární formou vývoj městského odvodnění od starověku, až po vznik moderního způsobu odkanalizování měst v 19. století. Dále se zaměřují na historii Spojených států a popisují důvody vzniku integrovaného přístupu v navrhování městského odvodnění. Další posun v dané problematice hospodaření s dešťovou vodou vidí ve vzniku ARD.

- **Zvýšení atraktivnosti a hodnoty projektu pomocí ARD**

V úvodu části autoři vysvětlují vznik kritérií, na základě kterých vyhodnocovali jednotlivé projekty ve čtvrté části knihy, z pohledu zvýšení atraktivnosti pro jejich uživatele. K hodnocení využívají pět oblastí nebo cílů, které by podle nich měl každý projekt naplnit. Jedná se o vzdělání, rekreaci, bezpečnost, vztah s veřejností a estetickou hodnotu. Poté identifikovali přístupy v projektování, kterými lze dosáhnout každého cíle. Ke každé oblasti se v samostatné kapitole podrobně vyjadřují, popisují, jakými prostředky cílů nejlépe dosáhnout a vše dokládají na konkrétních příkladech z praxe. Na konci každé kapitoly následuje shrnutí nejdůležitějších poznatků.

- **Zvýšení užité hodnoty pomocí ARD**

Kapitola se věnuje jednotlivým přístupům HDV, kterými lze naplnit podstatu ARD navrhování. Prioritou tohoto navrhování je udržitelnost, které lze dosáhnout napodobením přírodních procesů. Autoři definují ARD jako nástroj, pomocí kterého se s dešťovou vodou hospodáří způsobem, který chrání obyvatele a je šetrný k přírodě a splňuje následující podmínky:

- Ekologická šetrnost, napodobení přírodního hydrologického cyklu;
- Lokální měřítko;
- Opatření HDV musí splňovat kritéria, díky kterým se z nich stává demonstrace oslavy deště.

Také zde je definováno několik cílů, které by měl každý projekt splňovat.

- Snížit množství polutantů povrchového odtoku;
- Snížit následky zrychleného odtoku na spodním povodí;
- Bezpečně převést, řídit a zadržet srážkovou vodu;

- Zadržet dešťovou vodu pro možnost jejího dalšího využití;
- Obnovit nebo vytvořit nový biotop.

Kapitola je opět doplněna množstvím příkladů z praxe, na kterých je demonstrováno, jak nejlépe a pomocí kterých opatření dosáhnout maximálního užítu při dosažení výše uvedených cílů.

- Případové studie ARD

Příklady z praxe jsou rozděleny podle cílů vytyčených v druhé kapitole publikace. Každý projekt je nejprve podrobně představen a poté je hodnocen, z pohledu naplnění dílčích cílů v rámci zvýšení atraktivnosti a užitné hodnoty. Každý příklad je doplněn fotodokumentací.

Hlavní přínos publikace je možné vnímat v tom, že se nezabývá dimenzováním a technickými detaily, ale je zaměřena čistě na způsob, jakým lze objekty HDV citlivě začlenit do městského prostředí a přispět tak k jeho rozvoji. Kniha je inspirativní, zároveň díky jasně definovaným postupům může sloužit jako nástroj pro architekty při tvorbě koncepcí.

• New Waterscapes³⁹

Autor: Herbert Dreiseitl

Jedna z prvních publikací, která prezentuje tvorbu mezinárodně uznávaného sochaře, umělce, krajináře a urbanisty Herberta Dreiseitla. Již od roku 1980 jeho ateliér vytváří udržitelné projekty s vysokými estetickými a sociálními hodnotami. Ateliér funguje na základě zcela převratné mezioborové spolupráce a v rámci kontextu města se specializuje na integraci umění, městské hydrologie, environmentálního inženýrství a krajinářské architektury, se zvláštním zaměřením na vodu jako na jeden z nejdůležitějších a nejohroženějších prvků na naší planetě. Na příkladech své práce se Dreiseitl snaží ve společnosti probudit nový způsob chápání principu udržitelnosti. Ateliér Dreiseitl má pobočky v Číně, Singapuru a v USA.

Realizace ateliéru jsou v knize rozděleny do pěti částí, každá z nich vždy uvozena článkem tematicky vztaženým k vodě a úloze, kterou naplňuje. Voda v krajině, voda univerzální, myslí globálně a jedné lokálně, voda jako otevřený systém, kupředu k nové

³⁹ DREISEITL, Herbert. a Dieter GRAU. *New waterscapes: planning, building, and designing with water*. Expanded and rev. ed. Boston: Birkhäuser, 2005. ISBN 978-3-7643-7245-3.

kultuře vody. Každému z projektů je věnováno několik stran publikace s podrobným popisem koncepce a funkce vody, často doplněnými o technické detaily.

Publikace je cenným inspiračním zdrojem a svým širokým záběrem dokazuje, že s vodou se dá pracovat v jakémkoliv zastavěném prostoru.

- **Design the Sustainable Site - Integrated Design Strategies for Small-Scale Sites and Residential Landscapes**

Autor: Heather Venhaus

Publikace Heather Venhaus je cenná z důvodu jejího komplexního pohledu na téma udržitelných projektů s malým měřítkem v obytné zástavbě - školní dvory, parky, rezidenční objekty, dvorky a ulice. V dnešní době, kdy městský prostor čelí mnoha novým problémům plynoucím ze změny klimatu, ztráty biologické rozmanitosti, úbytku vody apod. jsou právě projekty malých rozsahů ty, které mohou rozdmýchat chuť k potřebným změnám ve společnosti, politice a architektuře. Na stránkách této publikace nalezne čtenář nástroje, podle kterých lze navrhovat městské prostory holisticky, za znovuoobnovení místních ekosystémů, oživení města a jeho prostředí, ruku v ruce s udržitelným přístupem. Předkládané návody a nástroje jsou vhodné jak pro novou, tak pro stávající zástavbu. Publikace slouží projektantům zejména:

- K identifikaci a způsobu zapojení udržitelných postupů do projektu za účelem zajištění pozitivních dopadů nejen na projekt, ale i celou komunitu v regionálním kontextu.
- Při poskytnutí komplexního pohledu na úspěšné „zelené“ projekty pomocí množství fotografií, skic a případových studií.
- Jako názorná ukázka toho, že udržitelné postupy jsou důležité a využitelné u projektů bez ohledu na jejich velikost nebo rozpočet.
- Pro vysvětlení výhod, které může projektu poskytnout dlouhodobě udržitelné řešení.

Jednotlivé kapitoly knihy jsou zaměřeny na šest současných nejzávažnějších globálních hrozeb - znečištění ovzduší, lokální záplavy, znečištění vod, ztrátu přirozených zásob vody, invazivní druhy a ztrátu biologické rozmanitosti. Každá kapitola nabízí přehled vývoje problému, důvody jeho vzniku, zevrubný popis dopadu těchto problémů na naše

životy a města a nabízí nástroje a strategie, jak problému čelit. Na několika konkrétních příkladech z praxe je vše podrobně ukázáno a vysvětleno.⁴⁰

- **Článek v časopise *Journal of Landscape Architecture: The aesthetic performance of urban landscape-based stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe*⁴¹**

Autor: Antje Backhouse, University of Copenhagen, Dánsko

Ole Fryd, University of Melbourne, Austrálie

Vzhledem k důležitosti, jakou představuje v současné době otázka adaptace měst na změnu klimatu, považují autoři článku přírodní způsob odvodnění za stěžejní urbanistickou výzvu. Pokud je HDV odpovědí na současné problémy v odvodnění zastavěných ploch, pak je zde potřeba pojmenovat a zhodnotit „stav umění“ těchto systémů a jejich vztah ke kontextu místa a času. Zvláště důležité je zhodnotit urbanistický přístup, neboť tato profese je často v centru pozornosti a hraje hlavní roli v příslušném plánování a návrhu těchto systémů.

Autoři se ve své studii, kterou nám přibližují, pokusili nalézt způsob, jak co nejobektivněji zhodnotit urbanistické projekty, které v sobě mají zakomponovány opatření a objekty HDV, podle jimi definovaných kritérií. Hledají odpověď na to, zda tato opatření přináší místu pouze přínosy na vodohospodářské úrovni, tzn. snížení objemu a rychlosti povrchového odtoku, snížení jeho znečištění, zmírnění hrozby lokálních povodní a podobně, nebo tato opatření přináší také kvalitativní nebo estetický přínos řešené lokality. Systémy HDV v rámci rozvoje a stavby sídel stále považují za novinku, u které v oblasti návrhových praktik hledají odpovídající estetiku.

Za tímto účelem si vybrali 20 pilotních projektů převážně ze severní Evropy, které podrobili zkoumání. Základem analýzy je formulář s pěti klíčovými parametry:

- modelování terénu,
- realizace a údržba,
- historie místa a kontext,
- dynamika vody a dimenzování,

⁴⁰ VENHAUS, Heather. *Designing the sustainable site: integrated design strategies for small-scale sites and residential landscapes*. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2012. ISBN 978-0-470-90009-3.

⁴¹ BACKHAUS, Antje a Ole FRYD. The aesthetic performance of urban landscape-based stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe. *Journal of Landscape Architecture*. 2013, 8(2), 52-63. DOI: 10.1080/18626033.2013.864130. ISSN 1862-6033. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/18626033.2013.864130>

- zdůraznění prvku dešťové vody.

Pozorování jsou dokladována na fotografických příkladech uspořádaných a porovnávaných podle různých parametrů.

Z práce autorů článku vyplývá několik zajímavých poznatků, které jsou všeobecně přenositelné do praxe.

- modelování terénu:

- V případě, že lokalita je přirozeně mírně svažité a při jejím odvodnění jsou použity gravitační opatření HDV, často vznikne dílo, které je jednoduše realizovatelné a přináší kýžený zážitek z jemně namodelovaného terénu.
- Pokud lokalita nemá přirozeně nejvhodnější podmínky pro zavádění HDV, ale vyžaduje větší úpravy, musí se tyto změny navrhovat s velkým citem a respektem k reliéfu lokality.
- Zavádění HDV za přijetí masivních zásahů do přirozeného reliéfu většinou vede k nepřirozenému a nepěknému výsledku.

- realizace a údržba:

- Vzhledem ke specifickým požadavkům na návrh systémů HDV, mohou objekty a opatření vyžadovat intenzivní údržbu.
- Požadavky na údržbu objektů musí být definovány již během procesu návrhu.
- Pokud se nepodaří systémy HDV dostatečně začlenit do sociálního prostředí, mohou se objekty a opatření z dlouhodobého pohledu změnit na neatraktivním řešení.
- Chyby při výstavbě se mohou objevit následkem nedostatku zkušeností a mohou vést až k selhání celého systému a proto musí být zkušenosti se zaváděním systému sdíleny mezi profesemi na všech úrovních.

- historie místa a kontext:

- Obecné poučky pro navrhování HDV nemohou být přeneseny a implementovány na nové lokality v obecné rovině. Úspěšné návrhy se vyznačují tím, že respektují specifický kontext a historii místa.

- Pochopení historie místa a jeho kontextu je velmi důležité k vytvoření smysluplného návrhu.
- dynamika vody a dimenzování:
 - HDV v urbanizovaném prostředí může akcentovat proměnlivost (dynamiku), která je srážkám vlastní a promítnout ji do designu městských prostorů.
 - Stálé vodní prvky a tekoucí voda mohou být realizovány pouze tam, kde se nacházejí zdroje vody, jako například stávající vodní plochy, přiměřeně velké nádrže anebo za pomoci technických zařízení.
 - Umění systém a jednotlivé prvky správně nadimenzovat spočívá v hluboké znalosti celkem složitých hydraulických výpočtů a také v projektantově schopnosti vnímání práce s vodou.
- zdůraznění prvku dešťové vody:
 - Pokud jsou prvky HDV v návrhu nepřiměřené a za každou cenu zdůrazňovány, vede to k nepůvodním a nepřírozně působícím návrhům.
 - Zvolit HDV jako nosné téma pro celkovou koncepci návrhu je nedostačující, protože srážkové události jsou nepravidelné a vodní prvek tak často chybí, pokud zrovna neprší, i když by měl být hlavním prvkem návrhu.
 - Střízlivější návrhy, které využívající pár prvků HDV zdá se fungují lépe než systémy s mnoha vodními prvky.
 - Úspěšné návrhy zdá se vznikají, pokud se podaří vhodně propojit HDV systémy s dalšími funkcemi v městském prostoru.

Studie naznačuje, že dobře integrované viditelné opatření systému HDV do koncepce celého návrhu posilují působení reliéfu místa, nicméně HDV jako hlavní designový prvek a prosazování vody za každou cenu vede k nepřesvědčivému výsledku. Úspěšné projekty se vyznačují tím, že zahrnují pouze pár klíčových vodních prvků a zaměřují se pochopení podstaty místního kontextu.

HDV systémy lze jednoduše zavádět v případě přirozeně svažitého terénu a opatření mohou napomoci zdůraznit působení reliéfu místa a dynamický charakter srážek. Úspěšně fungující návrhy využívají pouze pár klíčových HDV prvků, zcela opačně dopadají projekty,

kteřé jsou založeny na mnoha vodních prvcích. Projekty, které se osvědčily, kombinují prvky HDV v souvislosti s historií místa a integrují HDV s dalšími funkcemi. Na druhou stranu zbytečné zdůrazňování viditelných vodních prvků za každou cenu vede k nelogickým a nepůvodním návrhům. Systém HDV je často příliš koncepčně slabý jako jediné spojující téma celého návrhu. Obecné příručky a učební texty většinou nejsou dostatečným podkladem k zvládnutí nadimenzování objektů a nezkušenost projektantů se projevuje v často chybném návrhu atraktivních pasivních vodních prvků. Dalším nepříznivým faktorem jsou různá místní omezení, která si mohou vynutit komplikované změny terénu. Kombinace Všech výše jmenovaných okolností často vyústí k předimenzovaným a po většinu času suchým prvkům, ve kterých se kumuluje odpad a usazeniny. Vyžadují intenzivnější údržbu a jejich podpora ze strany místní komunity začne pomalu klesat.

Mezi hlavní doporučení při návrhu systémů HDV patří:

- Přizpůsobit veřejné prostory pro retenci vody, tak aby fungovaly nejlépe za suchých období, ale byly přizpůsobivé k periodickému zatopení.
- Zvýšit prožitek z vody navrhováním menších mezi sebou propojených prvků, které jsou zaplněny vodou častěji, a voda mezi nimi přepadá.

Přínos článku a studie autorů je v tom, že poskytuje výchozí místo pro pochopení role městské krajiny při plánování a navrhování HDV systémů a slouží jako základ pro další rozvoj vhodného přístupu navrhování těchto systémů.

- **The SuDS Manual⁴²**

Autor: Ciria

The SuDS Manual (manuál systémů trvale udržitelného odvodnění urbanizovaných prostor) je jednou z nejdůležitějších a nejkomplexnějších příruček zabývajících se současným trendem městského odvodnění v Spojeném království. Manuál vydává sdružení pro výzkum v oboru stavitelství CIRIA. Jedná se o neutrální, nezávislé a neziskové uskupení, se sídlem v Londýně, různých organizací se společnými zájmy, které uskutečňuje celou řadu projektů, za účelem zlepšení stavu průmyslu. Pod pojmem SuDS se spojují ideály udržitelného rozvoje se systémy přírodě blízkého hospodaření se srážkovými vodami.

⁴² WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

Manuál zahrnuje problematiku plánování, projektování, realizace a údržby systémů přírodě blízkého odvodnění. Slouží jako návod k účinnému zavádění opatření do nové i stávající zástavby. Je zaměřen na to, jak co nejvíce využít přínosy z oblasti snížení rizika povodní, kvality vody, vybavenosti a biologické rozmanitosti. Přináší řadu informací k tématu používaných materiálů, krajinářské architektury, údržby jednotlivých opatření, zapojení místních komunit, nákladů a přínosů systémů.

Veškeré informace předkládané v manuálu jsou založeny na spojení znalostí z dobré praxe vycházející ze současného výzkumu a technických příruček na místní i mezinárodní úrovni a na praktické zkušenosti autorů.

Hlavní myšlenkou manuálu je, že systémy přírodě blízkého odvodnění by měly být navrhovány za účelem získat co nejvíce z výhod a možností, které hospodaření s povrchovou vodou nabízí.

Manuál je rozdělen do pěti částí. Úvodní kapitoly jsou věnovány podrobnému přehledu problematiky, která je v kapitolách následujících rozebírána mnohem detailněji se zaměřením na konkrétní úroveň znalostí čtenáře. Jednotlivé části jsou tedy věnovány rozdílnému publiku a s každou další kapitolou se předpokládá větší zkušenost a orientace čtenáře v oblasti systémů přírodě blízkého odvodnění.

Začátek příručky je věnován filosofii systémů trvale udržitelného odvodnění, následuje kapitola uplatnění systémů, která je zaměřená na proces návrhu za specifických místních podmínek, návrhu odvodnění komunikací a zastavěných ploch. Podstatná část manuálu je věnována technickým detailům, jako detailnímu popisu různých typů objektů SuDS s návodem, jak objekty navrhovat, postupovat při výstavbě a při jejich údržbě. Následují doplňující návody a postupy pro výpočty, dimenzování objektů, problematika čištění a kvality vody, vhodné materiály a konstrukce, odpadové hospodářství, zapojení místní komunity do procesu návrhu a otázky zdraví a bezpečnosti. Závěr manuálu obsahuje různé přílohy, které poskytují návrhové rámce a kontrolní seznamy týkající se zdraví a bezpečnosti, návrhu a konstrukce objektů. K dispozici je také konkrétní příklad v podobě smyšleného staveniště, na kterém je demonstrován celý proces návrhu až po detailní řešení jednotlivých objektů systémů trvale udržitelného odvodnění.

Manuál v sobě nezahrnuje detailní informace týkající se požadavků plánovacího a schvalovacího procesu, konkrétní standardy nebo adaptační procesy, které se samozřejmě liší region od regionu a projektant by s nimi měl být seznámen na samém počátku jeho práce, při tvorbě koncepce a úzce komunikovat s příslušnými orgány.

1.6.2 Publikace k tématu HDV vydané v České republice

- **Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup⁴³**

Autor: Vladimír Krejčí a kol.

Kniha vznikla jako vyvrcholení dlouholeté mezinárodní spolupráce švýcarských odborníků z EAWAG (Federální ústav pro zásobování vodou, čištění odpadních vod a ochranu vodních toků při Vysokých školách technických ve Švýcarsku), spolupracovníků, doktorandů a studentů vodohospodářských kateder stavební fakulty ČVUT Praha a dalších odborníků na dané téma z České republiky a Švýcarska.

Celá kniha je velmi obsáhlá a čítá celkem 24 samostatných kapitol, z nichž většina vznikla v rámci přednášek na ČVUT v Praze. Tematicky je možné kapitoly rozdělit do pěti okruhů.

Z mého pohledu a v kontextu HDV jsou mimořádné předně úvodní tři kapitoly, které se věnují vývoji, současnému stavu městského odvodnění, vlivu urbanizace a městského odvodnění na stav vodních toků a podzemní vody a popisují novou koncepci městského odvodnění a její zásady. Podstatné informace z pohledu HDV jsou obsaženy v třetím okruhu (kapitola 11). Zde jsou definována a podrobně popsána opatření k užívání, retenci a infiltraci dešťové vody, doplněna schémata a obrázky. Zbývající části publikace jsou již dost zaměřeny na specializovanou problematiku z oboru městského inženýrství (obory hydroinformatiky, měření a monitoringu, datového managementu apod.).

I přesto, že publikace ještě nepracuje s pojmem HDV, ale pojednává o „Nové koncepci městského odvodnění“, které je založeno na přírodě blízkých principech a vzniklo pro potřeby zmírnění negativních důsledků urbanizace na místní hydrologický režim a vodní ekosystém, novou koncepci nevnímá primárně jako nástroj k ochraně sídel před záplavami nebo jako nástroj vhodný k adaptaci měst na změnu klimatu, je kniha výjimečná svou komplexností a je s největší pravděpodobností první publikací u nás, která odbornou veřejnost (předně vodohospodáře) seznamuje s principy přírodě blízkého odvodnění urbanizovaných ploch.

- **Hospodaření s dešťovou vodou v ČR⁴⁴**

Autor: Jiří Vítek, David Stránský, Ivana Kabelková, Vojtěch Bareš, Radim Vítek

⁴³ KREJČÍ, Vladimír. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup*. Brno: Noel 2000, 2003. ISBN 80-860-2039-8.

⁴⁴ VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

Publikace vysvětluje vznik, principy a cíle systému hospodaření s dešťovou vodou. Popisuje nároky a požadavky plynoucí z našich platných právních předpisů ve fázi návrhu, realizace i provozování HDV a jeho objektů. Nabízí ucelený přehled předpisů a legislativy vztahující se k HDV platných v České republice spolu s jeho výkladem a kritickým zhodnocením. Publikace se podrobně věnuje oběma normám, které u nás zatím v souvislosti se systémem HDV vyšly. V případě ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod autoři upozorňují na její nedostatky z pohledu aplikace HDV v praxi. Kapitulu věnovanou oborové normě TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, která vznikla následně po ČSN 75 9010 jako reakce na její systémovou nedostatečnost, autoři doplňují o její stručnou charakteristiku. Vzhledem k tomu, že problematika HDV je u nás rozdělena do dvou norem, nabízí publikace podrobný návod, jak krok za krokem postupovat při práci s normami.

Součástí knihy je přehled zařízení a objektů HDV uvedených v normě TNV 75 9011, spolu s vysvětlením jejich funkce a možných způsobů použití. Autoři se také věnují otázce rozvoje sídel v souvislosti se zavedením principů HDV jako součásti koncepce odvodnění měst a zapracování systému hospodaření s dešťovou vodou do územních plánů. Naznačují možné přístupy k úspěšnému zapracování principů přírodě blízkého způsobu odvodnění do územně plánovacích podkladů prostřednictvím zavedení tří základních kritérií a zásad:

- Obecná kritéria HDV
- HDV na rozvojových plochách
- HDV ve stávající zástavbě

Závěr publikace je věnován množství příkladů použití systému HDV jak ze zahraniční, tak od nás doplněné o fotografické a obrazové přílohy.

Vzhledem k tomu, že je kniha Hospodaření s dešťovou vodou v ČR zaměřena na aktuální situaci v oblasti problematiky a platné legislativy HDV u nás, je velmi užitečná jednak pro využití odbornou veřejností, která se stará o rozvoj měst a obcí, pracovníky stavebních úřadů (vodoprávního úřadu), projektanty, ale také lidmi, kteří se zajímají o budoucnost našich měst.

2. Analýza problému a cíl disertační práce

Na úvod analýzy je důležité si uvědomit, co je hlavní překážkou v otázce zavádění efektivního hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích v České republice. HDV je v naší legislativě zakotveno téměř 10let, ale stále se nedaří důsledně tento přístup v praxi

aplikovat. Stěžejním problémem tedy je, že se systém nedaří probudit k životu způsobem, který by nám umožnil těžit z přínosů, které HDV našim městům a jeho obyvatelům nabízí.

Na základě studia vzniku a vývoje HDV v zahraničí i u nás a z vlastních zkušeností z praxe, je patrné, že v našem prostředí nevznikly ideální podmínky pro přijetí změn, které přírodě blízký způsob hospodaření s dešťovou vodou vyžaduje. Především se nezměnil způsob myšlení a přístup k problematice, dále spolupráce mezi obory a jejich vzájemné ovlivňování.

Již od počátku snahy zavádět nový přístup do našeho prostředí je patrné, že došlo k nepochopení zásadní věci, a to, že HDV není záležitostí čistě vodohospodářskou, i když český název „hospodaření s dešťovou vodou“ by tomu na první pohled napovídal. Ve světě je například používáno spojení „Water Sensitive Urban Design - WSUD“, které se poprvé objevilo v Austrálii a lépe vystihuje podstatu celé problematiky. Volně by se dalo WSUD přeložit jako urbanismus šetrný k vodě. Nicméně určitý zmatek v názvosloví a v šíři záběru přístupu se projevuje po celém světě.⁴⁵ V českém prostředí tedy došlo k tomu, že iniciativy při zavádění HDV se chopili vodohospodáři bez potřebné podpory ostatních profesí. I tak se podařilo prosadit několik změn, více či méně zásadních, do legislativních předpisů. Bohužel je patrné, že se tak konalo nekoordinovaně a nesystemicky a vpravdě tato iniciativa nekoresponduje s nutností rychle reagovat na dopady vyvolané změnou klimatu.

Dalším důležitým krokem bylo vydání první normy ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Tento postup opět pouze potvrzuje nepochopení problematiky HDV, protože předpis je zaměřen čistě na vsak srážkových vod a nepostihuje její problém komplexně. Jakýmsi nápravným opatřením mělo být vydání oborové normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, ale ani tento předpis, i když je daleko komplexnější než ten předchozí, nedokáže přiblížit problematiku dalším oborům mimo vodohospodáře.

Tato nerovnováha v informovanosti a znalosti mezi jednotlivými profesemi se nejvíce projevuje v praxi a to již od samotné tvorby základní koncepce návrhu, přes všechny stupně dokumentace až po schvalovací proces, neboť ani zodpovědní úředníci a dotčené orgány často díky nejednoznačnosti výkladu jednotlivých zákonů a vyhlášek nejsou schopni pracovat tak, jak by bylo potřeba.

⁴⁵ FLETCHER, Tim D., William SHUSTER, William F. HUNT, et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal. 2014, 12(7), 525-542. DOI: 10.1080/1573062X.2014.916314. ISSN 1573-062x. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1573062X.2014.916314>

Přírodě blízký způsob odvodnění přímo ovlivňuje vzhled a uspořádání zastavěných prostorů. Jedna z hlavních zásad přístupu je napodobení přirozených procesů režimu vod ve volné krajině a toho lze dosáhnout, pokud se jejich převážná část odehrává na povrchu a co nejblíže zdroji vzniku potenciálního problému. Cílem je podpořit evapotranspiraci, snížit povrchový odtok a pokud možno podpořit vsak srážkové vody. Pokud vodu musíme přesunout z místa na místo, mělo by se tak dít prostřednictvím povrchových opatření. Těmto požadavkům se musí uzpůsobit uliční profil, veřejné prostory, vnitrobloky, parky, jednoduše jakékoliv místo, na které ve městě dopadá srážková voda. Pokud nemá docházet k znehodnocení městských prostor nebo v případě návrhů nové zástavby k vytvoření nefungujících a jiným způsobem nevyhovujících míst, nemůže být HDV ponecháno pouze v rukou vodohospodářů, jejichž rozsah působnosti je jinde než v oblasti urbanismu.

V zájmu realizace plnohodnotného a fungujícího prostředí, které dobře slouží jeho uživatelům a naplňuje různé požadované cíle, je HDV v podstatě jen další funkcí této plochy. Ne ovšem ve smyslu rychlého odvedení srážkové vody z prostranství, což by svědčilo o nepochopení jeho úlohy, která se od něj očekává. Na druhou stranu nevytváříme prostor pro HDV, ale naopak navrhujeme HDV pro konkrétní plochu. Je velmi důležité naučit se nalézt rovnováhu mezi čistě technicistním přístupem a hledáním dalších přínosů, které zapojením objektů HDV do organismu našeho životního prostoru můžeme získat.

Pro další vývoj v oblasti HDV je nutné posunout se v našem oboru dál, nalézt a definovat přesah do oboru vodního hospodářství, abychom byli schopni formulovat konkrétní požadavky na ostatní profese, které se podílejí na koncepci a návrhu specifického místa. Spolu s tímto krokem souvisí rozšíření okruhu přínosů, které zapojení objektů HDV do návrhu přinese, z oblasti řízení kvantity a kvality vody v území na životní prostředí, kulturu, cestovní ruch apod. Teprve potom je možné využít systém hospodaření s dešťovou vodou komplexně a jako vhodný prostředek v adaptaci měst na změnu klimatu.

2.1.Problémy při aplikaci HDV v našem prostředí - shrnutí

Překážky v efektivním zavádění HDV do praxe lze shrnout do několika bodů:

- **Legislativa**

HDV je v jednotlivých zákonech, vyhláškách a prováděcích předpisech zakotveno nekonceptně. Dokonce v některých případech je nejednoznačnost výkladu zdrojem různých interpretací, což v praxi vede k aplikaci systému nejednotně, spíše podle místních zvyklostí. Nejsou nastavena jasná pravidla. Tento přístup může vyvolávat nedůvěru ve spolehlivost celého systému.

- **Technické předpisy**

Technické předpisy, které až dosud v českém prostředí vznikly (ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami), jsou určeny především oboru vodního hospodářství. Chybí předpisy pro ostatní obory, s nimiž vodaři při projektování objektů HDV úzce spolupracují, například pro dopravní inženýry, kteří jsou nuceni své stavby navrhovat podle jiných starých pravidel a často dochází k situacím, které jsou těžko řešitelné, protože tato pravidla si odporují.

- **Osvěta**

HDV jako jeden z vhodných nástrojů pro adaptaci měst na změnu klimatu není systematicky propagován mezi profese, kterých se úzce dotýká. Neděje se tak dostatečně z iniciativ profesních komor, ani škol. Nejsou dostatečně akcentovány všechny benefity, které systém přináší. Chybí ucelený manuál, který by obsáhl problematiku nejen po technické stránce, ale vysvětlil celou její filosofii, oblasti využití, přinesl konkrétní dobré příklady z praxe apod.

- **Komunikace /spolupráce**

Přírodě blízké systémy odvodnění urbanizovaných prostorů vyžadují úzkou mezioborovou spolupráci a to již od prvotní tvorby koncepce projektu. Klíčem k úspěšné aplikaci HDV je prolínání profesí při jejich spolupráci a uplatnění přesahů mezi obory. Největší nároky jsou v tomto kladeny na urbanisty a architekty, kteří jsou většinou nositeli zakázky a tvůrci hlavní koncepce projektu. Vzhledem k tomu, že problematika HDV je v současné době podrobněji zpracována pouze z pohledu vodohospodářského, je v praxi častá situace, kdy je vodař přizván k projektu v době již hotového konceptu, do kterého se zpětně objekty HDV složitě aplikují. Navíc architekt většinou systému povrchového odvodnění zcela nerozumí a není schopen tedy koncepci vhodně přizpůsobit a očekává to od vodohospodáře, který ale většinou nemá dostatečnou invenci. Celý návrh tím trpí a bohužel často vznikají projekty, které jsou nefunkční, komplikované a zbytečně drahé. Někdy dokonce nerealizovatelné.

2.2. Formulace předpokladů a možných odpovědí

Deset let je poměrně krátká doba na to, aby se podařilo provést potřebné změny k integraci nových přístupů v oboru stavitelství na všech nezbytných úrovních. Na druhou stranu máme k dispozici vzory ze zahraničí, které nám situaci mohou usnadnit a urychlit. I přes to se potýkáme s mnoha problémy, které jsou popsány v předchozí kapitole.

Tato práce si neklade za cíl vyřešit a obsáhnout je všechny, ale chce se pokusit na základě vlastních zkušeností z praxe a na příkladech ověřených projektů ze zahraničí definovat přírodě blízká opatření takovým způsobem, který bude na problematiku nahlížet z více pohledů a komplexněji a pomůže zvýšit aplikovatelnost HDV v našem urbanizovaném prostředí. Rozšířit objekty HDV, které jsou nám známy z normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, o jejich další varianty a ukázat architektům nové možnosti jejich použití. Zdůraznit u jednotlivých opatření další přínosy, které lze po jejich aplikaci očekávat.

2.3.Cíl disertační práce

Hlavním cílem práce je vytvořit metodickou pomůcku aplikace HDV objektů v zastavěném území pro architekty a urbanisty.

Dílčí cíl: Navrhnout možná urbanistická opatření, principy a postupy pro rozvoj území s ohledem na zapojení vodohospodářské problematiky.

Cíle bude dosaženo prostřednictvím ověření použití metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur.

3. Metodika a přehled prací

Metodický popis postupu zpracování disertační práce:

- I. Fáze - definování cílů disertační práce. Pracovní postup sestával z následujících kroků:
 - výběr tématu disertační práce,
 - zpracování přehledu současného stavu řešené problematiky,
 - vypracování kritické rešerše,
 - zpracování analýzy problému a stanovení cílů.
- II. Fáze - Vymezení kroků vedoucích k naplnění cílů disertační práce (vytvoření metodické pomůcky aplikace HDV objektů v zastavěném území pro architekty a urbanisty, dále v textu uváděno jen zkrácené „metodická pomůcka“):
 - základní rozdělení opatření na primární a sekundární,
 - definice a hodnocení přínosů opatření HDV.
- III. Fáze - Prezentace výsledků disertační práce a uvedení nově získaných poznatků
 - vypracování metodické pomůcky
 - ověření použití metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur

- zhodnocení výsledků práce

3.1. I. Fáze - Definování cílů disertační práce

V dalších podkapitolách je podrobněji popsán pracovní postup vedoucí k definování cílů disertační práce.

3.1.1. Výběr tématu disertační práce

O problematiku změny klimatu a jejího vlivu na sídla a později o téma hospodaření se srážkovou vodou jsem se začala blíže zajímat ve chvíli, kdy se mě začala osobně dotýkat, neboť obec, ve které bydlím, byla v letech 1997, 2003 a 2009 opakovaně zasažena bleskovými povodněmi. Prvotní poznání, že následky těchto událostí byly zesíleny způsobem, jakým jsme v průběhu let zastavovali naše okolí, měnili infrastrukturu a přizpůsobovali místní toky, mě přivedlo až k tématu přírodě blízkého způsobu odvodnění urbanizovaného území.

První informace jsem čerpala převážně ze zahraniční literatury (především z knih *New Waterscapes*⁴⁶, *Recent Waterscapes* od Herberta Dreiseitla⁴⁷) a inspirací mi byly evropské projekty realizované převážně v Německu, Nizozemí, Velké Británii nebo Dánsku. Na základě těchto příkladů jsem si uvědomila, jak je úspěšnost aplikace přístupu přírodě blízkého způsobu odvodnění blízce spjata s důsledně vedenou mezioborovou spoluprací.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodla doplnit si znalosti z oboru vodního hospodářství, které byly z mého pohledu stěžejní pro můj další posun v této oblasti. Absolvovala jsem půlroční stáž v Kolíně nad Rýnem u DHI WASY GmbH, kde jsem se seznámila se softwarem⁴⁸, který DHI vyvíjí a pomocí kterého vytváří matematické modely zásobování vodou a odvodnění městských aglomerací. Na modelu konkrétního území Kolína jsem si ověřovala vliv změny propustnosti povrchů městského prostředí na vznik lokálních záplav způsobených zahlcením stok v průběhu a po srážkových událostech. Další důležité poznatky a potřebnou praxi v oboru vodního hospodářství se zaměřením na HDV jsem získala v české firmě JV PROJEKT VH s.r.o. Měla jsem možnost podílet se na řadě projektů a soutěží, jejichž součástí bylo navržení systému odvodnění území přírodě blízkým způsobem s pomocí objektů HDV.

⁴⁶ DREISEITL, Herbert. a Dieter GRAU. *New waterscapes: planning, building, and designing with water*. Expanded and rev. ed. Boston: Birkhäuser, 2005. ISBN 978-3-7643-7245-3.

⁴⁷ DREISEITL, Herbert. a Dieter GRAU. *Recent waterscapes: planning, building and designing with water*. 3rd rev. and expanded ed. of: *Waterscapes : planning, building and designing with water*. 2005. Boston: Birkhäuser, c2009. ISBN 978-3764389840.

⁴⁸ MIKE URBAN by DHI

Na základě zkušeností z praxe, jsem měla možnost problematiku pochopit z jiné perspektivy než je pohled architekta a později pojmenovat základní problémy, které při zavádění HDV do praxe v České republice máme.

3.1.2. Přehled současného stavu řešené problematiky

Poznání pozadí vzniku přírodě blízkého způsobu odvodnění urbanizovaného území, hospodaření s dešťovou vodou, v reakci na následky vyvolané změnou klimatu a problémy, kterým města, v podstatě celosvětově, ve zvýšené míře čelí, umožňuje přesvědčivě popsat nutnost zavedení tohoto přístupu do stávající struktury městského odvodnění a principy, na kterých je založen.

Dalším stupněm poznání je popis stavu řešené problematiky v zahraničí a následně v České republice, včetně legislativy a platných právních a technických předpisů.

V kapitole 1 Současný stav řešené problematiky doma i v zahraničí se práce ve větší míře zabývá situací v České republice, ze zahraničí potom vývojem HDV v Německu, neboť právě německé předpisy⁴⁹ byly vzorem při tvorbě českých technických norem.

Závěr kapitoly je věnován zhodnocení stavu problematiky v České republice. Z analýzy uvedené v kapitole 1.5.6 Zhodnocení stavu problematiky HDV v České republice vyplývá, že je u nás vývoj HDV zatím nepříznivě ovlivněn nekonceptním přístupem v jeho zavádění do naší legislativy, což je z pohledu disertační práce zapříčiněno tím, že HDV u nás nevnímáme jako ucelený systém (k adaptaci měst na změnu klimatu), který vyžaduje závest mezioborové změny. Doposud se tématu ujali v podstatě pouze vodohospodáři a ostatní obory jsou zatím upozaděny.

3.1.3. Vypracování kritické rešerše

Část práce 1.6 Kritická rešerše se zaměřuje hlavně na literaturu, která popisuje problematiku hospodaření se srážkovou vodou z pohledu architektury a urbanismu. Jedná se především o zahraniční literaturu, která je inspirací také z pohledu hodnocení opatření HDV jako součásti urbanizovaného prostoru. Publikace jsou vybrány tak, aby bylo patrné, že problematiku lze nahlížet a hodnotit s velkým důrazem na její estetické působení, začlenění do kontinuity místa a s přínosy z dalších oblastí než je pouze vodní hospodářství. Oproti zahraniční literatuře je ta česká více zaměřena právě na vodohospodářskou stránku HDV.

⁴⁹ Arbeitsblatt DWA - A 138: *Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser*. 2., redaktionell korrigierte Auflage. Meckenheim: DCM, 2005
DWA - Merkblatt M 153 (2007): *Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser*

3.1.4. Analýza problému a stanovení cílů práce

Na základě zjištěných skutečností o přístupu k HDV v zahraničí a u nás byly vyhodnoceny rozdíly ve způsobu nahlížení problematiky. Podle zjištěných nedostatků našeho přístupu byly definovány hlavní překážky aplikace HDV v českém prostředí pro oblast:

- Legislativa - nekoncepční přístup v zavádění HDV do naší legislativy, který může vést až k nedůvěře v celý systém.
- Technické předpisy - v současnosti jsou technické předpisy týkající se HDV určeny pouze pro vodohospodáře.
- Osvěta - HDV jako jeden z vhodných nástrojů pro adaptaci měst na změnu klimatu není systematicky propagován mezi profesí, kterých se úzce dotýká.
- Komunikace/spolupráce - chybí mezioborová spolupráce.

V závěru kapitoly 2. Analýza problému a cíl disertační práce na základě formulace předpokladů a možných odpovědí byl definován hlavní cíl disertační práce, vytvořit metodickou pomůcku aplikace HDV objektů v zastavěném území pro architekty a urbanisty. Dílčím cílem je navrhnout možná urbanistická opatření, principy a postupy pro rozvoj území s ohledem na zapojení vodohospodářské problematiky.

3.2. II. Fáze - Vymezení kroků vedoucích k naplnění cílů disertační práce - vytvoření metodické pomůcky

K vytvoření metodické pomůcky bylo nutné si uvědomit, že objekty HDV se musí navrhovat tak, aby se stali přirozenou součástí prostředí, do kterého jsou aplikovány, protože jsou realizovány většinou na povrchu a přímo ovlivňují vzhled a způsob užívání lokality. Důležité je objekty citlivě zasadit do okolního prostředí a určit si priority a přínosy, které od opatření očekáváme. Neomezovat HDV pouze na nástroj určený k „alternativnímu“ způsobu odvodnění území, ale využívat jej jako účinný prostředek k adaptaci měst na změnu klimatu se všemi příležitostmi, které nabízí.

Stávající technický předpis TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, který je v současnosti jediným oficiálním podkladem pro navrhování objektů HDV, je příliš jednostranně zaměřený (na vodohospodáře) a objekty, které definuje, není jednoduché aplikovat v podmínkách, které nejsou modelové (tzn. dostatek prostoru, nová zástavba, rovinný povrch apod.). Pro potřeby vytvoření metodické pomůcky, která zajistí lepší využití systému HDV v praxi, navrhuji následující úpravy:

- Rozdělit opatření na tzv. primární a sekundární, rozšířit stávající objekty uvedené v normě o jejich varianty.
- Vymezit oblasti (prvky) jednotlivých složek prostředí a jejich přínosů z pohledu HDV. Stanovit kritéria hodnocení konkrétních opatření, která mohou dále sloužit jako pomocné vodítko při tvorbě koncepce návrhu systému odvodnění.

3.2.1. Základní rozdělení opatření na primární a sekundární

Stávající systém vymezení objektů a zařízení HDV, který je uveden v technickém předpisu TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, je podle zjištění uvedených v kapitolách práce 1. Současný stav řešené problematiky doma i v zahraničí a 2. Analýza problému a cíl disertační práce těžce uchopitelný pro potřeby oborů mimo vodohospodáře. Proto byly v práci objekty uvedené ve výše jmenované normě roztříděny způsobem, který by měl lépe vystihovat dvojí charakter opatření a umožňuje širší využití systému HDV a jeho přínosů pro urbanizované prostředí.

V praxi narážíme na skutečnost, kdy je velmi složité, až nemožné aplikovat opatření HDV při naplnění kritérií a návrhových parametrů daných TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami - jako je dodržení rozsahu předepsaného poměru mezi redukovanou odvodňovanou plochou A_{red} a vsakovací plochou A_{vsak} , což zaručuje čistící schopnosti navrženého objektu (A_{red} se určí podle 6.2.2 ČSN 75 9010), četnost přetížení retenčního objemu objektů vyjádřená periodicitou p (ve většině případů se u retenčních objektů s regulovaným odtokem počítá s pětiletou srážkou s nejnepríznivější intenzitou), přípustný odtok Q_c (do jednotné kanalizace nebo do povrchových vod), doba prázdnění retenčního objemu objektů T_{pr} (pro objekty s regulovaným odtokem má být doba prázdnění menší než 24 hod, u vsakovacích objektů se doba prázdnění řídí ČSN 75 9010) a vsakovaný odtok pro vsakovací zařízení Q_{vsak} . Problémy s umístěním objektů bývají ve většině případů ve stávající zástavbě.

Proto je v práci předloženo rozdělení opatření na tzv. primární a sekundární. Toto členění by v podstatě respektovalo rozdělení objektů a zařízení HDV uvedeného v technickém předpisu TNV 75 9011.

- Primární opatření a objekty:
 - Objekty jsou navrhovány podle kritérií a návrhových parametrů TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami (popřípadě podle ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod).

- Vymezení podmínek pro aplikaci primárních opatření může být součástí generelů odvodnění měst.
- K primárním objektům lze na základě normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami řadit objekty využívané k vsakování bez a s regulovaným odtokem a retenční objekty s regulovaným odtokem. Jmenovitě se jedná o vsakovací průlehy s povrchovým přívodem vody, vsakovací nádrže, vsakovací rýhy s povrchovým plošným přítokem, vsakovací rýhy s podpovrchovým přítokem, vsakovací průleh - rýha s regulovaným odtokem, vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem, suchá retenční dešťová nádrž (poldr), retenční dešťová nádrž se zásobním prostorem a umělý mokřad.
- Sekundární opatření a objekty:
 - Jsou podpůrná opatření, která nemusí vyhovět veškerým kritériím a parametrům norem, tak jak jsou uvedeny v předpisech TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami a ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, což umožní kreativnější přístup k jejich ztvárnění a přiblížení problematiky dalším oborům, které tak budou schopny ji lépe uchopit.
 - Slouží především k snížení nebo prevenci srážkového odtoku.
 - Mohou se navrhovat samostatně nebo se řadit sériově a doplňovat s primárními opatřeními.
 - Mohou se dimenzovat na srážku nižší periodicity a intenzity než předepisuje norma, proto mají menší rozměry a působí jako nárazníková zóna prvního dešťového splachu.
 - Měla by být navrhována s vědomým akcentováním dalších přínosů podle tabulky uvedené dále v textu.
 - Jsou vhodná pro aplikaci v komplikovanějších podmínkách, např. ve stávající zástavbě.
 - Pravidla, podmínky, podoba sekundárních opatření a objektů může být vymezována samostatně na úrovni obcí např. jako součást manuálů pro tvorbu veřejných prostranství.
 - K sekundárním objektům lze na základě normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami řadit objekty plošného vsakování (povrchové vsakování bez retenčního prostoru), nezpevněné povrchy, propustné zpevněné povrchy,

vegetační střechy a šterkové střechy a objekty k akumulaci a využití srážkové vody

Většina opatření, která se využívají jako sekundární, spadají do kategorie zelené infrastruktury. Jsou tedy tvořena v kontaktu s přírodou a přírodními prvky. Zároveň existuje mnoho objektů, které by se daly považovat spíše za šedou infrastrukturu ve smyslu použití druhů materiálů, ze kterých jsou konstruovány, jako například beton, cihla, kámen, kov apod. Ale také tyto objekty lze využívat přírodě blízkým způsobem. Proto jsou sekundární opatření dále rozděleny na zelená a šedá. Členění na zelená a šedá opatření jsou v této práci uváděna s cílem vyzdvihnout myšlenku, že HDV, jehož filosofií je přiblížit se přirozeným režimům a cyklům, které probíhají ve volné přírodě, může být realizováno s pomocí „nezelených“ opatření. Inspirací při nastavení kategorií sekundárních opatření byla kniha *Artful Rainwater Design - Creative Ways to Manage Stormwater* od autorů Stuarta Echolse, Elizy Pennypackerové.⁵⁰

Toto rozdělení opatření a objektů umožňuje širší využití systému HDV a jeho přínosů pro městské prostředí. Dále jsem v metodické pomůcce doplnila a rozšířila vzorová opatření uvedená v normě TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami o jejich varianty a na konkrétních příkladech ukázala, že objekty jsou flexibilní a přizpůsobivé ve svém dalším použití.

3.2.2. Definice a hodnocení přínosů opatření HDV

Přírodě blízký způsob odvodnění je realizován pomocí jednotlivých opatření, která jsou vzájemně provázána a vytváří systém schopný pružně reagovat a přizpůsobit se nepříznivým následkům, které přináší změna klimatu. Aby se systém odvodnění mohl stát plnohodnotnou součástí urbanizovaného prostoru, měli bychom o něm uvažovat v širších souvislostech. Systém by měl nabízet přínosy také z jiných oblastí než je vodní hospodářství a zároveň účinně snižovat negativní vlivy zvýšeného povrchového odtoku ze zastavěných ploch. V českém prostředí zatím chápeme HDV a jeho jednotlivá opatření jako nástroj určený ke snížení a prevenci vzniku povrchového srážkového odtoku a lokálních záplav. Pokud ale systém chápeme jako nástroj k adaptaci měst na změnu klimatu, uvědomíme si další pozitivní dopady jeho zavedení na městské prostředí. Toto jeho pojetí nám umožňuje implementovat opatření do ne zrovna ideálních podmínek, čehož lze dobře využít například ve stávající zástavbě, kde bychom s obtížemi navrhli zavedení objektů HDV způsobem, který je

⁵⁰ ECHOLS, Stuart a Eliza PENNYPACKER. *Artful rainwater design: creative ways to manage stormwater*. 1. Washington: Island Press, 2015. ISBN 978-1610912662.

prezentován v normě TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Například ve stísněných podmínkách, prostorech hustě protkaných inženýrskými sítěmi a dopravní infrastrukturou lze uplatnit více sekundárních opatření, která v co nejvyšší možné míře naplňují primární účel HDV a zároveň přináší místu další přínosy. Jako celek působí výsledný systém daleko přirozeněji a je lépe přijímán uživateli odvodňovaných prostorů.

- **Vymezení oblastí (prvků) jednotlivých složek prostředí a jejich přínosů z pohledu HDV:**

Při vymežování přínosů systému HDV na své okolí bylo vycházeno z předpokladu, že HDV se jako systém stává součástí našeho životního prostředí, které je složeno ze tří hlavních složek - složky přírodní, umělé a sociální a tyto složky jsou dále děleny na prvky - voda, vzduch, půda, fauna a flóra (přírodní složka), sídla (umělá složka) a vzdělání, cestovní ruch a rekreace, hospodářství (sociální složka). Pro každý prvek byly určeny potenciální přínosy, které mohou navržená opatření HDV poskytovat svému okolí. Přehledně je rozdělení znázorněno v tabulce č. 3. Vzniklá tabulka pak slouží jako výchozí nástroj pro hodnocení přínosů jednotlivých skupin opatření.

Tabulka 3: Přehled přínosů HDV

SLOŽKA PROSTŘEDÍ	PRVEK	HLAVNÍ PŘÍNOSY	HODNOCENÍ	
			ANO	NE
I. PŘÍRODNÍ	VODA	Ochrana kvality povrchových a podzemních vod proti znečištění z povrchového odtoku	●	○
		Podpora přirozeného vodního cyklu a přirozených vodních režimů vodních ploch	●	○
		Dotace zásob podzemní vody	●	○
	VZDUCH	Zlepšení kvality ovzduší ve městech	●	○
	PŮDA	Zvýšení půdní vlhkosti	●	○
	FAUNA A FLÓRA	Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva	●	○
		Posílení biodiverzity	●	○
		Propojení stanovišť a ekosystémů	●	○
II. UMĚLÁ	SÍDLA	Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi	●	○
		Zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace se zastavěnými plochami	●	○
		Posílení měst v adaptaci na změnu klimatu	●	○
		Zpříjemnění klimatu městského prostoru	●	○
III. SOCIÁLNÍ	VZDĚLÁNÍ	Posílení povědomí obyvatel o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby	●	○
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE	Zatraktivnění městského prostoru vhodným začleněním HDV opatření může pomoci přilákat do místanávštěvníky	●	○
	HOSPODÁŘSTVÍ	Zatraktivnění a oživení prostoru může přinést další investice do jeho rozvoje	●	○

Zdroj: Autor

- **Stanovení kritérií hodnocení konkrétních opatření:**

K vyhodnocení konkrétních přínosů daného opatření slouží výše uvedená tabulka, pomocí které je konkrétnímu opatření přiřazována grafická značka = bod (nejedná se o body pro skórovací/klasifikační systém), v případě že odpovíme kladně na následující otázky:

Složka prostředí: I. PŘÍRODNÍ

Prvek: VODA

- Ochrana kvality povrchových a podzemních vod proti znečištění z povrchového odtoku
 - Bod je udělen v případě, že objekt je schopen předčistit srážkovou vodu způsoby uvedenými v normě TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami (Tabulka C. 1, Tabulka D. 1, Tabulka E. 1)
- Podpora přirozeného vodního cyklu a přirozených vodních režimů vodních ploch
 - Bod je udělen v případě, že opatření podporuje výpar (evapotranspiraci).
- Dotace zásob podzemní vody
 - Bod je udělen, pokud je alespoň jedna z uvedených variant opatření určena k vsakování srážkové vody. (Například u propustných zpevněných ploch uvádím tři varianty řešení, přičemž Typ C nepodporuje vsak. Ovšem Typ A i B vsak podporují, proto je opatření bod udělen).

Prvek: VZDUCH

- Zlepšení kvality ovzduší ve městech
 - Bod je udělen v případě, že se jedná o povrchové zařízení s vegetačním krytem.

Prvek: PŮDA

- Zvýšení půdní vlhkosti
 - Bod je udělen, pokud je alespoň jedna z uvedených variant opatření určena k vsakování srážkové vody. (Například u propustných zpevněných ploch uvádím tři varianty řešení, přičemž Typ C nepodporuje vsak. Ovšem Typ A i B vsak podporují, proto je opatření bod udělen).

Prvek: FAUNA A FLÓRA

- Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva
 - Bod je udělen v případě, že se jedná o povrchové zařízení s vegetačním nebo jinak k tomuto účelu vhodně uzpůsobeným povrchem (rostliny, štěrk, stromy apod.)
- Posílení biodiverzity
 - Bod je udělen v případě, že se jedná o povrchové zařízení s vegetačním nebo jinak k tomuto účelu vhodně uzpůsobeným povrchem (rostliny, štěrk, stromy apod.)
- Propojení stanovišť a ekosystémů
 - Bod je udělen v případě, že objekt je součástí zelené infrastruktury.

Složka prostředí: II. UMĚLÁ

Prvek: SÍDLA

- Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi
 - Bod je udělen, pokud objekt slouží ke zpomalení povrchového srážkového odtoku.
- Zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace se zastavěnými plochami
 - Bod je udělen, pokud objekt vykazuje potenciál zatraktivnit prostor, ve kterém je realizován.
- Posílení měst v adaptaci na změnu klimatu
 - Bod je udělen v případě, že objekt získal alespoň dva body v části I. PŘÍRODNÍ složky prostředí, každý z jiné části prvku (voda, vzduch, půda, fauna a flóra)
- Zpříjemnění klimatu městského prostoru
 - Bod je udělen, pokud jsou součástí objektů stromy.

Složka prostředí: III. SOCIÁLNÍ

Prvek: VZDĚLÁNÍ

- Posílení povědomí obyvatel o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby

- Bod je udělen, pokud objekt nabízí příležitost dovědět se a pochopit, jak funguje, k čemu je určen. Můžeme pozorovat dešťovou vodu a co se děje s objektem, když prší (viditelná cesta vody).

Prvek: CESTOVNÍ RUCH A REKREACE

- Zatraktivnění městského prostoru vhodným začleněním HDV opatření může pomoci přilákat do místa návštěvníky
 - Bod je udělen, pokud objekt umožňuje kontakt s dešťovou vodou způsobem, který je zábavný, osvěžující a poskytuje uvolnění. Objekt umožňuje odpočívat při pohledu na něj nebo si užívat přímo kontaktu s vodou v objektu anebo je objekt zároveň hracím prvkem (vodní hřiště).

Prvek: HOSPODÁŘSTVÍ

- Zatraktivnění a oživení prostoru může přinést další investice do jeho rozvoje
 - Bod je udělen, pokud objekt vykazuje potenciál zvýšit atraktivitu prostoru a tím zvýšit jeho hodnotu.

Bodování objektů v části II. UMĚLÉ složky prostředí, které se týká zatraktivnění městského prostoru a hodnocení v části III. SOCIÁLNÍ složce prostředí, bylo navrženo na základě vyhodnocení příkladů z praxe, ve kterých konkrétní objekty vykazují hodnocené vlastnosti. Příklady byly přebrány z publikace autorů Stuarta Echolse a Elizy Pennypacker⁵¹, kteří se ve své studii zabývají přínosy objektů a systémů HDV v oblasti vzdělání, zábavy, bezpečí, styku s veřejností a estetiky.

Vyhodnocení přínosů konkrétních skupin opatření je součástí tabulek Přínosů, výhod a nevýhod opatření v kapitole 4 a také jednotlivých listů opatření v části Přílohy této práce.

⁵¹ ECHOLS, Stuart a Eliza PENNYPACKER. *Artful rainwater design: creative ways to manage stormwater*. 1. Washington: Island Press, 2015. ISBN 978-1610912662.

• **Příklad vyhodnocení přínosů:**

Tabulka 4: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích zatravněných pruhů

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●		
II	SÍDLA ● ○ ● ○	Nenáročná údržba	Velké prostorové nároky
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

Grafické značky (body) jsou v tabulce vyplněny tak, že plný bod znamená udělení bodu, prázdný bod neudělení bodu. Řazení bodů je zleva doprava a odpovídá pořadí, v jakém jsou přínosy řazeny v tabulce č. 3 pod sebou.

Toto jednoduché grafické hodnocení podává rychlý přehled přínosů, které jednotlivé skupiny opatření mohou místu realizace přinášet. Potenciálně by se dalo využít jako ukazatel, pomocí kterého lze upravovat priority návrhu, které u jednotlivých opatření chceme z nějakého důvodu preferovat. Například při zadávání zakázky nebo tvorbě metodiky odvodnění veřejných prostor na úrovni měst.

Rozdělení přínosů podle jednotlivých složek lze použít jako vodítko při tvorbě koncepce návrhu systému.

3.3. III. Fáze - Presentace výsledků disertační práce s uvedením nově získaných poznatků

Výsledky práce jsou shrnuty v metodické pomůcce a jsou prezentovány jednak v kapitole 4.1. Metodická pomůcka aplikace HDV objektů v zastavěném území pro architekty a urbanisty, zároveň jako přehledné listy jednotlivých opatření v části Přílohy na konci práce.

Pracovní postupy definované v kapitole 3.2. Vymezení kroků vedoucích k naplnění cílů disertační práce, byly aplikovány na soutěžní projekt obnovy Jiráskova náměstí a klášterní zahrady v Plzni, kterého jsem byla spoluautorkou. Ze získaných poznatků je v závěru provedeno zhodnocení výsledků disertační práce.

3.3.1. Vytvoření metodické pomůcky

V metodické pomůcce je uveden přehled jednotlivých skupin hlavních opatření a jejich variant, které jsou rozděleny do dvou kategorií opatření - primární a sekundární (viz kap. 3.2.1. Základní rozdělení opatření na primární a sekundární).

Opatření uvedená v pomůcce jsou složena ze základních objektů z oborové normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovou vodou, doplněné o jejich varianty. Objekty, kterými je rozšířena základní řada opatření známých z výše jmenované normy, jsou přebrány a odvozeny převážně z těchto zahraničních zdrojů:

- The SuDS Manual⁵²
- City of Philadelphia Green Streets Design Manual⁵³
- The Philadelphia Water (PWD) Stormwater Management Guidance Manual⁵⁴
- Technické výkresy a CAD soubory od Philadelphia Water Department⁵⁵

Každá skupina opatření je zpracována stejným způsobem a rozdělena na část popisující funkci a schéma objektů, použití a varianty objektů, koncepční návrh a v závěru u každé skupiny opatření jsou uvedeny příklady z praxe. Součástí je také přehledná tabulka s vyhodnocením přínosů, výhod a nevýhod každého typu objektu. Vyhodnocení bylo vypracováno způsobem uvedeným v kapitole 3.2.2. Definice a hodnocení přínosů opatření HDV.

Pro snazší orientaci při používání pomůcky byly pro každou skupinu opatření a její jednotlivé varianty zpracovány listy opatření, které stručně charakterizují a graficky znázorňují informace. Skupiny jsou odlišeny barevnými pruhy a jednotlivé varianty jsou označeny velkými písmeny A, B, C. Systém členění celé metodické pomůcky je znázorněn graficky na následující straně/grafu.

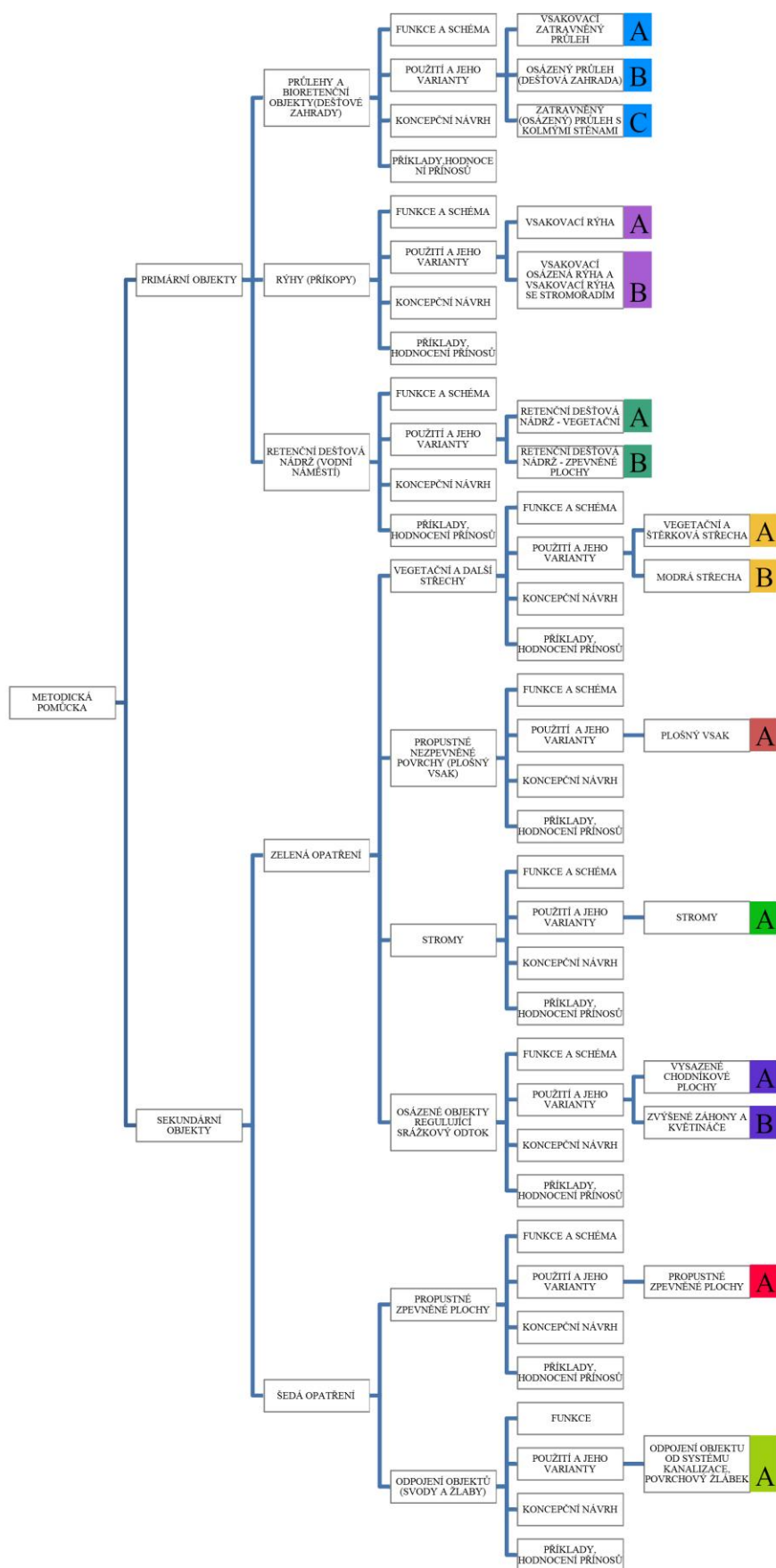
⁵² WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

⁵³ City of Philadelphia Green Streets Design Manual. In: *Philadelphia Water Department* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2014 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf

⁵⁴ *Philadelphia Stormwater Management Guidance Manual, Version 3.0* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2015 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.pwdplanreview.org/manual-info/guidance-manual>

⁵⁵ *Philadelphia Water Department* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2015 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://phillywatersheds.org/doc/GSI/Green_Streets_Details.zip

Přehledné grafické znázornění členění metodické pomůcky:



Obrázek 1: Organizační diagram metodické pomůcky. Zdroj: Autor

3.3.2. Ukázka aplikace metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur

Na příkladu soutěžního návrhu revitalizace Jiráskova náměstí v Plzni jsou demonstrovány možnosti využití metodické pomůcky při návrhu a výběru opatření HDV v praxi. Projekt sice nebyl a ani nemohl být navrhován podle principů, které v pomůcce definují, ale i přes to lze zpětně tyto postupy na návrh aplikovat a ukázat její možné uplatnění v praxi.

Vyhlašovatel soutěže definoval v soutěžním zadání hlavní cíle projektu, mezi nimi například tyto:

1. Vytvořit místo pro pasivní i aktivní odpočinek všech generací.
2. Při návrhu zohlednit požadavek na dlouhodobou udržitelnost včetně adaptace na klimatické změny.
3. Vytvořit podmínky pro setkávání a trávení volného času s respektem k požadavkům místní veřejnosti, navrácení společenského života do území a propojení doposud izolovaných skupin uživatelů.
4. Uplatnit inovativní a příkladné dlouhodobě udržitelné celkové řešení, které zohlední nejen finanční možnosti údržby města, ale také současné globální environmentální problémy (např. potřebu adaptačních opatření na klimatickou změnu, nutnost zvyšování povědomí o významu a ohrožení půdy apod.).
5. Vytvořit zpracovanou koncepci hospodaření s dešťovou vodou a v případě klášterní zahrady vytvořit podmínky pro realizaci vzdělávacího programu orientovaného na půdu, potraviny, vodu apod.

Projekt Jiráskova náměstí je dobrým modelovým příkladem, neboť nabízí příležitost použití různých druhů objektů a opatření na rozličných zastavěných prostorech (urbanistických prvcích):

- Park
- Předprostor kláštera
- Ulice
- Klášterní zahrada
- Prostor bývalé točny trolejbusů (polyfunkční prostor pro setkávání lidí)

Již při tvorbě koncepce odvodnění lze volit jednotlivá opatření s ohledem na maximální naplnění cílů zadání soutěže. S využitím tabulek přínosů, výhod a nevýhod z metodické pomůcky lze vybrat objekty z kategorie primárních i sekundárních opatření, které nejlépe vyhovují kritériím zadání (s důrazem na přínosy hlavně ze složky prostředí II. UMĚLÁ a III. SOCIÁLNÍ):

1. Vytvořit místo pro pasivní i aktivní odpočinek všech generací.

(III. SOCIÁLNÍ, CESTOVNÍ RUCH A REKREACE)

Primární objekty:

Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí)

Sekundární objekty:

Vegetační a další střecha - intenzivní vegetační střechy

2. Při návrhu zohlednit požadavek na dlouhodobou udržitelnost včetně adaptace na klimatické změny.

(II. UMĚLÁ, SÍDLA)

Primární objekty:

Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady)

Rýhy (příkopy)

Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí) - suchá retenční dešťová nádrž (poldr) a retenční dešťová nádrž se zásobním prostorem

Sekundární objekty:

Vegetační a další střecha

Propustné nezpevněné povrchy (plošný vsak)

Stromy

Propustné zpevněné plochy

Osázené objekty regulující srážkový odtok

3. Vytvořit podmínky pro setkávání a trávení volného času s respektem k požadavkům místní veřejnosti, navrácení společenského života do území a propojení doposud izolovaných skupin uživatelů.

(III. SOCIÁLNÍ, CESTOVNÍ RUCH A REKREACE)

Primární objekty:

Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí)

Sekundární objekty:

Vegetační a další střecha - intenzivní vegetační střechy

4. Uplatnit inovativní a příkladné dlouhodobě udržitelné celkové řešení, které zohlední nejen finanční možnosti údržby města, ale také současné globální environmentální problémy (např. potřebu adaptačních opatření na klimatickou změnu, nutnost zvyšování povědomí o významu a ohrožení půdy apod.).

(III. SOCIÁLNÍ, VZDĚLÁNÍ)

Primární objekty:

Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady)

Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí)

Sekundární objekty:

Stromy

Odpojení objektů od systému kanalizace

Osázené objekty regulující srážkový odtok

5. Vytvořit propracovanou koncepci hospodaření s dešťovou vodou a v případě klášterní zahrady vytvořit podmínky pro realizaci vzdělávacího programu orientovaného na půdu, potraviny, vodu apod.

(III. SOCIÁLNÍ, VZDĚLÁNÍ)

Primární objekty:

Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady)

Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí)

Sekundární objekty:

Stromy

Odpojení objektů od systému kanalizace

Osázené objekty regulující srážkový odtok

Vhodnou kombinací primárních a sekundárních objektů s důrazem na dodržení požadavků zadání soutěže docílíme jednak naplnění vodohospodářské podstaty systému HDV, ale navíc přirozeného začlenění objektů a opatření do městského prostoru. Proto je velmi důležité, aby architekt-urbanista byl seznámen se všemi možnostmi a přínosy, které systém HDV nabízí a měl v rukou nástroj, který mu dá možnost být kreativní a zároveň umět specialistům definovat konkrétní požadavky na celý systém. Architekt, ale i další obory

(vodohospodář, krajinný architekt, dopravní inženýr), které se běžně podílejí na návrzích urbanizovaných ploch, musí v případě zapojení přírodě blízkého způsobu odvodnění v území spolu úzce spolupracovat již od počátku vzniku koncepce řešení celého území, neboť tento systém se vyznačuje překrýváním jednotlivých oborů.

3.3.3. Zhodnocení výsledků práce

Závěr práce je věnován zhodnocení výsledků práce a její přínos pro praxi, vědní obor a výuku na vysokých školách.

4. Metodická pomůcka aplikace HDV objektů v zastavěném území pro architekty a urbanisty - výsledky disertační práce s uvedením nově získaných poznatků

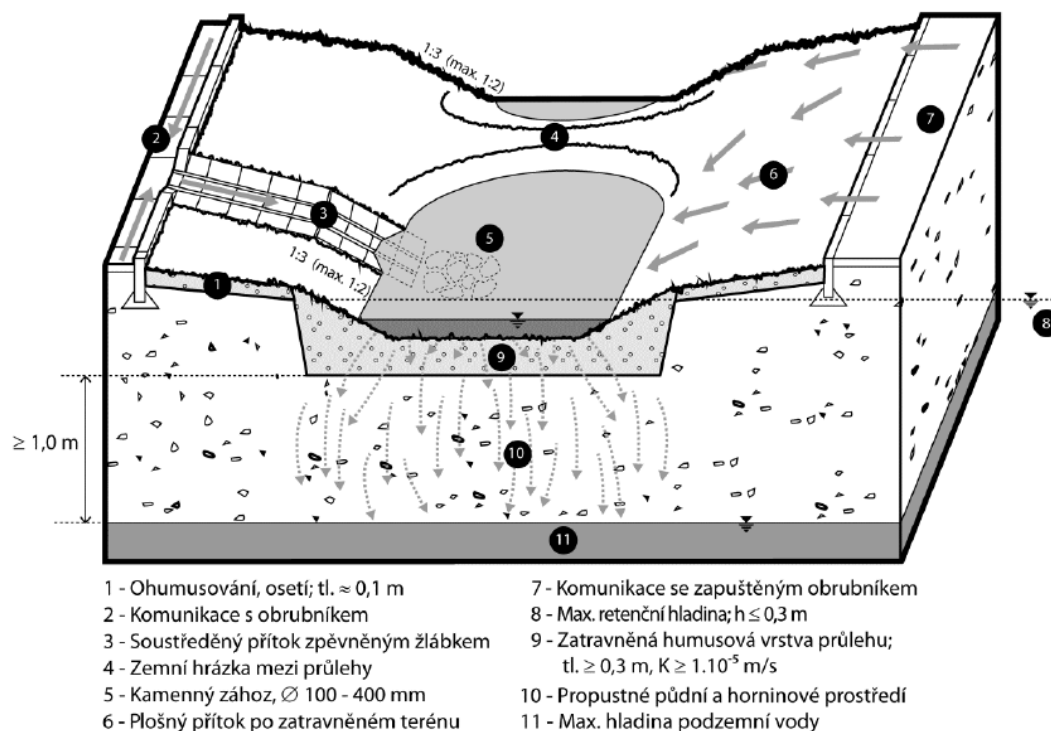
4.1. Primární opatření - objekty a zařízení

4.1.1. Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady)

4.1.1.1. Funkce a schéma

Průlehy jsou mělké zatravněné terénní prohlubně s vodorovným dnem. V případě, že není odvodňované místo v rovině a dno průlehu nemůže být ploché, rozdělí se objekt na více celků, které se oddělí hrázkami. Průlehy plní hned několik důležitých funkcí. Převážně se využívají k zadržení návrhové srážky a zpomalení srážkového odtoku z odvodňované plochy. Po zadržení v nadzemní části je voda dále filtrována přes vrstvu ornice buď do podzemní rýhy anebo při vhodných vsakovacích podmínkách přímo do podloží. Dalšími neméně významnými přínosy z hlediska režimu vody je podpora přirozené evapotranspirace páry zpět do ovzduší. Navíc při průchodu srážkové vody skrz zatravněnou humusovou vrstvu, která ovšem musí vykazovat parametry uvedené v kapitole D. 3 Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu oborové normy TNV 75 9011⁵⁶, dochází k přefiltrování nerozpuštěných látek, iontové výměně a adsorpci těžkých kovů a uhlovodíků a k biologickému rozkladu rozložitelného znečištění.

⁵⁶ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 36



Obrázek 2: Schéma vsakovacího průlehu s povrchovým přívodem vody. Zdroj: TNV 75 9011

4.1.1.2. Použití a jeho varianty

Průlehy mají velké množství variant a dají se přizpůsobit místním podmínkám tak, aby byl jejich celkový přínos co největší. Z hlediska vodního režimu jsou průlehy využitelné jako objekty pro vsakování bez regulovaného odtoku nebo s regulovaným odtokem anebo při nevhodných zasakovacích podmínkách jako retenční objekty s regulovaným odtokem.

Základem je vsakovací zatravněný průleh a od něj se odvíjí jeho další varianty.

- **Vsakovací zatravněný průleh**

- Objekt jako takový je z technického pohledu relativně jednoduchý. Jedná se o mělkou prohlubeň, z pravidla se uvažuje nejvyšší retenční hladina do 30 cm, jejíž svrchní vrstva je tvořena minimálně 30 cm zatravněnou humusovou vrstvou se specifickými vlastnostmi, která plní čistící funkci. Nátok vody do objektu je doporučován plošný, rovnoměrně rozprostřený, aby nedocházelo k degradaci svahů průlehu a jejich zatravnění. Pokud musí z nějakého důvodu být nátok soustředěný do jednoho místa, je doporučeno místo vtoku zpevnit.

Také z důvodu možné eroze břehů je vhodné svahování břehů v poměru 1:3 (max 1:2).⁵⁷

- Použití vsakovacích průlehů je omezeno místními vsakovacími podmínkami a také výškou ustálené hladiny podzemní vody, které musí být před realizací prověřeny podrobným hydrogeologickým průzkumem.

Další omezení mohou vyplývat z prostorových podmínek, protože průlehy v této své základní podobě vykazují vysoké nároky na plochu. Vhodné jsou tam, kde je pro ně dostatek volného místa, například v parcích, vnitroblocích u parkovišť apod.

Proto vznikly jeho další varianty, které jsou vhodnější pro stísněné podmínky, svažité terén, hustě zastavěné plochy apod.

Odvozené objekty:

- **Osázený průleh (dešťová zahrada)**

- Jedná se o objekty ve své podstatě shodné s klasickými průlehy. Rozdíl je ve výběru jeho osázení, kdy je pouhé zatravnění nahrazeno rozmanitějším vegetačním pokryvem. Oproti klasickým průlehům bioretenční objekty nabízí atraktivnější design, podporují biodiverzitu a ve větší míře podporují evapotranspiraci. Také dávají prostor fantazii projektanta nechat objekty působit více smyslově, vyhrát si s jejich tvarem, barvou, vůní. V místech s dostatečným volným prostorem mohou být mělké, rozlehlější a působit spíše jako záhony, tam kde je místa méně mohou být vymezeny kolmými stěnami.
- Tam, kde to místní podmínky dovolují, mohou se navrhovat jako vsakovací objekty, při komplikovanějších vsakovacích podmínkách se opatření doplní o podzemní rýhu k dočasnému zadržení srážky stejně jako je tomu u klasických průlehů. Podobné je to v případě regulovaného odtoku.
- Povrchový přítok může být realizován plošně, což je vždy doporučováno nebo bodově, přičemž nátok musí být opět dostatečně opevněn proti erozi. Výška hladiny dočasné retence se pohybuje shodně jako u průlehů do maximální hloubky 30 cm.
- Volba osázení objektu je primárně dána požadavky na usnadnění čistící schopnosti objektu a bránění eroze zeminy a její kolmatace a snížení vsakovací

⁵⁷ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 16

funkce. Výběr vhodné vegetace je ovlivněn samozřejmě také požadavky na estetické působení objektu a podporu druhové rozmanitosti. Vzhledem k tomu, že návrh osázení objektu má v každém místě své specifické požadavky a vyžaduje konkrétní zkušenosti a znalosti, je velmi vhodné ke spolupráci přizvat zahradního architekta.

- Filtrační vrstva musí vykazovat požadované čistící vlastnosti a zároveň být vhodně zvolena vzhledem k nárokům použitých rostlinných druhů.
- Další vrstvy, které následují, jsou shodné jako u klasického průlehu. Pod filtrační vrstvou je vrstva separační - písčito-hlinitá o mocnosti minimálně 10 cm, která slouží jako pojistka proti zanášení podzemní rýhy vnosem hlinitých částic. Vhodné je k oddělení vrstev doplnit geotextilií. Spodní část objektu tvoří podzemní rýha, která bývá vyplněna praným říčním štěrkem. Slouží k dočasnému zadržení srážky před jejím vsakem do podloží nebo odvedením do jiného recipientu.
- Velmi důležitou součástí objektu, pokud se jedná o formu s regulovaným odtokem, je bezpečnostní přeliv pro případ překročení kapacity objektu.



Obrázek 3: Osázený průleh. Zdroj: phillywatersheds.org

- **Zatrávněný (osázený) průleh s kolmými stěnami**

- Většinou se jedná o kombinaci výše uvedených typů objektů, které jsou ale zasazeny mezi postranní obrubníky. Tento způsob konstrukce se často využívá v uličním profilu pro odvedení vody z chodníku a komunikací nebo u parkovišť. V zahraničí se mnohdy využívají prefabrikované objekty, které se jednoduše dovezou na staveniště a osadí na předem připraveném místě.

- Při volbě osázeného průlehu mohou být jeho součástí také stromy anebo keře, které zvyšují evapotranspiraci, zlepšují městské mikroklima, poskytují stín a snižují teplotu srážkového odtoku.
- V městském prostředí může být někdy vyžadován nízký plot jako součást těchto objektů pro zajištění bezpečí před možným pádem do průlehu.



Obrázek 4: Schéma průlehu s kolmými stěnami. Zdroj: phillywatersheds.org

4.1.1.3. Koncepční návrh

Pro primární opatření je stěžejní, aby především zajišťovala v co nejvyšší možné míře přínosy z oblasti přírodní složky prostředí s důrazem na vodu (Tabulka 3: Přehled přínosů HDV).

Při návrhu volby technického řešení, které naplňuje potřeby řízení odvodnění území, vycházíme v první řadě z normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, která definuje podmínky proveditelnosti a přípustnosti návrhu.⁵⁸

Proveditelnost se především řídí prioritami, které upřesňuje výše jmenovaná norma a je omezena vlastnostmi podloží a výškou hladiny podzemní vody (minimálně 1 m pod základovou spárou objektu), které musí být stanoveny na základě výsledků hydrogeologického průzkumu. Předně se preferuje vsakování srážkových vod do horninového prostředí (popřípadě kombinace vsaku s retencí a regulovaným odtokem), při prokázání

⁵⁸ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 10 - 14

nemožnosti vsakovat se přistupuje k retenci a regulovanému odvádění do povrchových vod, popřípadě do jednotné kanalizace. Další omezující podmínky jsou například prostorové možnosti, stavební a technologické možnosti a majetkoprávní vztahy.

Přípustnost se posuzuje z pohledu příjemce srážkových vod, tzn. ochrany podzemních vod, povrchových vod a půdy.

Při tvorbě koncepce návrhu bychom se měli dále snažit přinést do systému další přidané hodnoty, především z okruhu umělého prostředí a sociální složky prostředí.

Průlehy a bioretenční objekty se běžně objevují ve dvou formách.

- Přírodní a rozvolněný tvar, který je vhodné využívat v místech, které nabízí dostatek volného prostoru. Měkké hrany, linie a vlny mohou akcentovat charakter stávajícího prostředí.
- Liniový prvek, který například kopíruje komunikaci. Podle množství volného prostoru volíme objekt s kolmými nebo šikmými svahy.

Volba vhodné formy pro konkrétní prostředí vyžaduje od projektanta nejen zkušenosti v oboru vodohospodářském, ale také cit pro vnímání prostoru a reliéfu terénu. Projektant si musí dobře uvědomovat, že tyto objekty budou po většinu roku suché a voda se v nich objeví jen na omezené období. I z těchto důvodů je velmi složité nalézt u každého opáření ideální poměr mezi jeho funkční a estetickou hodnotou a způsob jeho zasazení do konkrétního místa. Proto je důležité, aby při tvorbě koncepce HDV spolu od samotného začátku komunikovali architekt, zahradní architekt, vodohospodář, popřípadě dopravní inženýr.

4.1.1.4. Příklady, hodnocení přínosů

- Vsakovací zatravněný průleh



Obrázek 5: Vsakovací zatravněný průleh u komunikace. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Zatravněný průleh - liniová forma. Umožňuje odvodnění komunikace i přilehlého chodníku. Z fotografie je patrné, že základní údržba objektu je jednoduchá. Kosení probíhá podle potřeby a je spíše otázkou estetické úpravy objektu. Důležité je pokosenou trávu z průlehu odstranit, aby nedocházelo k ucpání bezpečnostních přelivů.



Obrázek 6: Zatravněný vsakovací průleh u parkoviště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Zatravněný průleh - liniová forma. Průlehy jsou velmi vhodné pro účely odvodnění parkovišť. Jejich schopnost odbourávat znečišťující látky obsažené ve srážkovém odtoku je k tomu nepřímo předurčuje. Nezanedbatelným faktem je, že podoba parkovišť, která jsou odvodňována přírodě blízkým způsobem, je variabilnější a nabízí větší prostor plně využít fantazii projektanta než u jejich klasické formy.



Obrázek 7: Zatravněný vsakovací průleh v zástavbě. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Příklad rozvolněné formy průlehu. Objekt je za bezdeštného období téměř nerozpoznatelný, za deště a bezprostředně po něm je voda viditelná pouze omezenou dobu a během několika hodin vsakuje do spodních vrstev objektu. Průleh je citlivě zasazen do volného prostoru mezi obytné domy a měkce meandruje kolem stromů a keřů.

Tabulka 5: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích zatravněných průlehů

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●		
II	ŠÍDLA ● ○ ● ○	Nenáročná údržba	Velké prostorové nároky
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

- **Osázený průleh (dešťová zahrada)**



Obrázek 8: Osázený průleh u komunikace. Zdroj: robertbrayassociates.co.uk

Bioretenční objekt - liniová forma. Umožňuje odvodnění komunikace i přilehlého chodníku stejně jako v případě zatravněného průlehu. Objekt lze osázet rostlinami dle fantazie projektanta, který ovšem musí při návrhu respektovat specifický režim stanoviště, které bude nárazově až na několik hodin zamokřeno.



Obrázek 9: Osázený průleh u parkoviště. Zdroj: landscapeperformance.org

Bioretenční objekt - liniová forma. Tato forma průlehu je velmi vhodným opatřením pro odvodnění parkovišť díky schopnosti odbourávat typické znečištění srážkového odtoku z těchto ploch a zároveň je zatraktivňuje. Rostliny mohou být doplněny většími balvany nebo štěrkem, keři nebo stromy. Z důvodu možného zanášení je u bioretenčních objektů lepší volit menší odvodňovaná povodí než je tomu u zatravněných průlehů. Také se doporučuje častější inspekce a pravidelná údržba vegetace asi jednou za rok.



Obrázek 10: Dešťová zahrada. Zdroj: svrdesign.com

Příklad dešťové zahrady. Objekty tohoto typu je vhodné umisťovat do parků, vnitrobloků nebo k jednotlivým objektům, například k odvodnění školních budov a jejich přilehlých pozemků, jak můžeme vidět na tomto obrázku. Jedná se o dešťovou zahradu umístěnou na pozemku střední školy v anglickém Gloucesteru. Objekt má v tomto případě vzdělávací přínos, protože žáci mohou sledovat, jak se zahrada chová a mění během celého roku v závislosti na vodním režimu.

Tabulka 6: Přínosy, výhody a nevýhody osázených průlehů (dešťových zahrad)

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	Vhodné pro menší povodí
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posílení biodiverzity	
II	SÍDLA ● ● ● ● ○	Zatraktivnění městského prostoru	Velké prostorové nároky
			Náročnější údržba
			Vyšší investice oproti zatravněným průlehům
III	VZDĚLÁNÍ ●	Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení působení krajinných prvků na vodní režim	
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

- **Zatravněný (osázený) průleh s kolmými stěnami**



Obrázek 11: Prefabrikovaný průleh s kolmými stěnami - výstavba. Zdroj: phillywatersheds.org

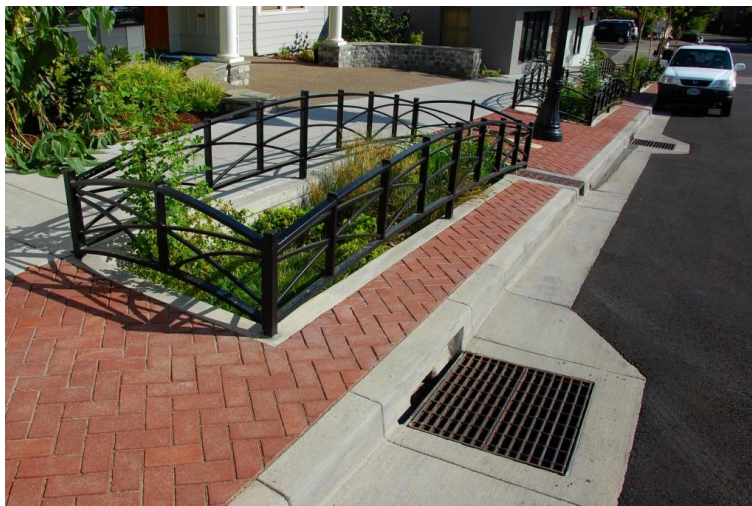
Obrázek ilustruje prefabrikovaný průleh ve fázi výstavby. V zahraničí (převážně v Americe, ale také v Německu) je tento způsob odvodnění ulic celkem běžný.



Obrázek 12(vlevo): Osázený průleh s kolmými stěnami u komunikace. Zdroj: landscapevoice.com

Obrázek 13(vpravo): Osázený průleh s kolmými stěnami - detail nátoku vody. Zdroj: landscapevoice.com

Liniová forma průlehu. Objekt je osázen travinami, kvetoucími rostlinami, keři i stromy. V pásu je také umístěno uliční osvětlení. Nátok dešťové vody je realizován vynechanými mezerami v obrubníku, tak aby bylo zajištěno jeho rovnoměrné rozložení po celé jeho délce.



Obrázek 14: Varianta osázeného průlehu s kolmými stěnami u komunikace. Zdroj: greenworkspc.com

Další příklad objektu, do kterého je nátok vody realizován bodově z přilehlé ulice a plošně přes zapuštěný obrubník z chodníku. Z bezpečnostních důvodů je kolem průlehu instalováno zábradlí.



Obrázek 15: Osázený průleh s kolmými stěnami u parkoviště. Zdroj: richezassociates.com

Z tohoto příkladu je patrné, že stěny průlehu mohou být konstruovány z různých materiálů. V tomto případě je konstrukce z gabionů, které srážkový odtok zpomalí, zklidní a částečně zachytí pevné nečistoty.

Tabulka 7: Přínosy, výhody a nevýhody zatravněných (osázených) průlehů s kolmými stěnami

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	Vhodné pro menší povodí
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posiluje biodiverzitu	
II	SÍDLA ● ● ● ○	Zatraktivnění městského prostoru	Náročnější údržba
		Prostorové nároky jsou menší	Vyšší investice oproti zatravněným průlehům
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

4.1.2. Rýhy (příkopy)

4.1.2.1. Funkce a schéma

Vsakovací rýha je liniové zařízení, které slouží k podzemnímu vsakování srážkové vody. Jedná se o podzemní prostor vyplněný nesoudržným šterkovým materiálem (praný říční šterk) obaleným geotextilií, která odděluje šterk od okolního prostředí. Přívod vody do objektu může být realizován jako povrchový plošný anebo podpovrchový.

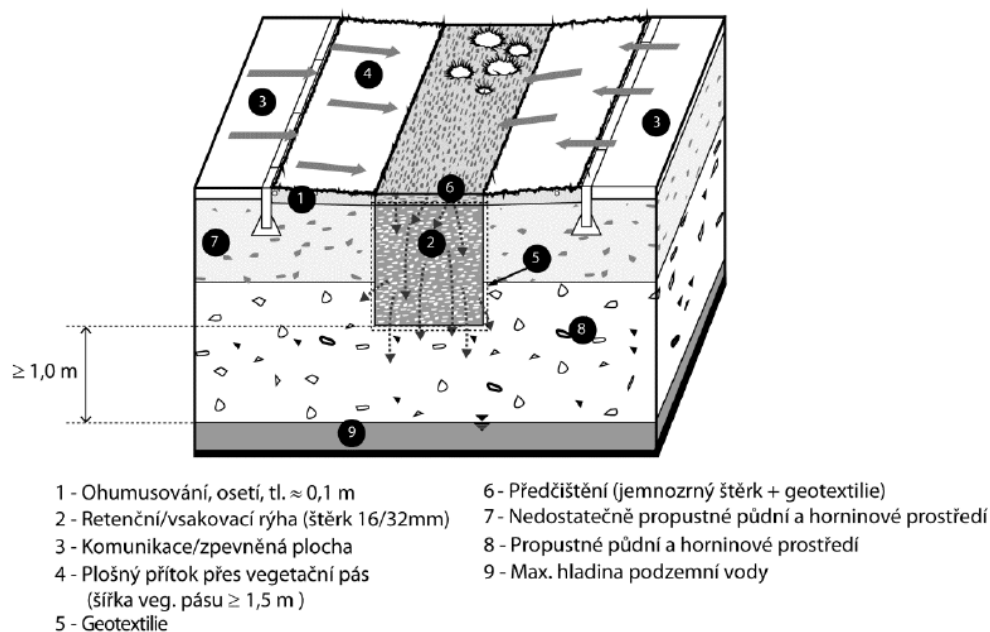
V případě podpovrchového přítoku je součástí rýhy drenážní potrubí, které zajišťuje lepší rozvod vody v tělese. Také musí být zajištěno odvzdušnění rýhy, aby vzduch v pórech šterkové výplně nebránil vodě v jejím šíření.⁵⁹ Srážkovou vodu je lepší před nátokem do rýhy předčistit od hrubých a jemných nerozpuštěných látek, aby bylo zabráněno zanášení rýhy nerozpuštěnými látkami.⁶⁰

Plošný povrchový přítok je z pohledu přírodě blízkého odvodnění vhodnější. Doporučuje se srážkovou vodu odvádět do rýhy přes zatravněnou plochu. Srážkový odtok je utlumen, částečně předčištěn od pevných částic a je dále filtrován přes šterkovou vrstvu. Vrstva na povrchu rýhy by měla být od podzemní části také oddělena geotextilií, aby nedocházelo k vnosu balastních částic a ke kolmataci šterku. Svrchní vrstva se musí pravidelně čistit nebo vyměňovat, aby neztrácela svoji filtrační schopnost. V případě, kdy je tato vrstva tvořena kamenivem menší frakce, hrozí při přívalových deštích a soustředěném přítoku eroze vyplavením materiálu. Také psi nebo hrající si děti mohou svrchní vrstvu poškodit, proto je důležitá její pravidelná kontrola.

⁵⁹ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 45

⁶⁰ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 17

Vsakovací rýhy plní svoji funkci nejlépe, pokud jsou za sebou řazeny spolu s dalšími opatřeními.



Obrázek 16: Schéma vsakovací rýhy s povrchovým plošným přítokem. Zdroj: TNV 75 9011

4.1.2.2. Použití a její varianty

- Vsakovací rýha

Základní varianty vsakovacích rýh jsou ty, které jsou uvedeny v normě TNV 75 9011, tj. s povrchovým plošným přítokem a podpovrchovým přítokem.⁶¹ Rýhy jsou obecně vhodné pro odvodnění liniových staveb, jako jsou silnice, ulice, ale také parkoviště. Problematické může být jejich použití ve stávající zástavbě, kde je velmi pravděpodobná kolize s inženýrskými sítěmi. Rýhy mohou být dobrou alternativou odvodnění ploch v místech, kde by byly vegetační systémy nepraktické.

⁶¹ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 44 - 45

Odvozené objekty:

- **Vsakovací osázená rýha a vsakovací rýha se stromořadím**

- Rýha doplněná stromy je systém, který se využívá nejčastěji k odvodnění ulic. Jedná se o stromy propojené podzemní vsakovací rýhou.⁶² Na povrchu tento objekt vypadá jako zcela běžné stromořadí. Vsakovací rýha je umístěna většinou pod chodníkem a je propojena se zeminou kořenového balu stromu. Srážkový odtok z ulice musí být před zaústěním do vsakovací rýhy předčištěn od hrubých i jemných nerozpuštěných částic, čehož je docíleno vsazením např. kalového koše (filtru, síta) do uliční vpusti. Voda, která postupně naplní těleso rýhy, slouží jako zdroj vlhkosti kořenového systému stromů a zároveň podle místních podmínek pomalu zasakuje do podloží, také je část vody vracena evapotranspirací z povrchu listů stromů do ovzduší.



Obrázek 17: Schéma vsakovací rýhy se stromořadím. Zdroj: phillywatersheds.org

4.1.2.3. Koncepční návrh

Pro návrh rýh platí stejné zásady jako pro všechna primární opatření. Objekty slouží především k odvedení srážkového odtoku vsakem do podloží anebo v případě, že podmínky k vsaku nejsou v lokalitě příznivé, odtok je zadržen a řízeně vypouštěn do blízkého recipientu nebo jednotné kanalizace. Volba technického řešení odvodnění - vsakování, odvádění do

⁶² City of Philadelphia Green Streets Design Manual. In: *Philadelphia Water Department* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2014 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf

povrchových vod nebo odvádění do jednotné kanalizace, se řídí požadavky uvedenými v normě TNV 75 9011, která pro každý způsob definuje podmínky proveditelnosti a přípustnosti.⁶³

Dalším kritériem, které je specifické pro návrh rýhy, je požadavek na mírný spád terénu, který zajistí mírné proudění vody, které podporuje čistící proces objektu a odbourávání znečištění srážkového odtoku. Naopak, pokud je podélný spád větší než 2%, tento přirozený proces odbourávání je narušen. Ideální mocnost rýhy by se měla pohybovat od 1 - 2 m a minimální šířka dna se uvádí 60 cm. U rýh s podzemním přívodem srážkové vody by měla být minimální mocnost filtračního média 50 cm, aby byly dostatečně uplatněny procesy odbourávání znečištění.⁶⁴ Také u vsakovací rýhy platí požadavek na vzdálenost základové spáry objektu od ustálené hladiny podzemní vody větší nebo roven 1 m. Doporučené způsoby případného předčištění srážkového odtoku z různých typů ploch předepisuje norma TNV 75 9011 (Tab. C1, Tab. D1, Tab. E1⁶⁵).

Vsakovací rýha se stromořadím má své specifické požadavky na návrh. V mé práci vycházím z podkladů, které vydává město Philadelphia v rámci jejího programu „Green Stormwater Infrastructure“. Vsakovací rýhy se stromořadím jsou součástí jejich manuálu zelených ulic - „Green Streets Design Manual“⁶⁶.

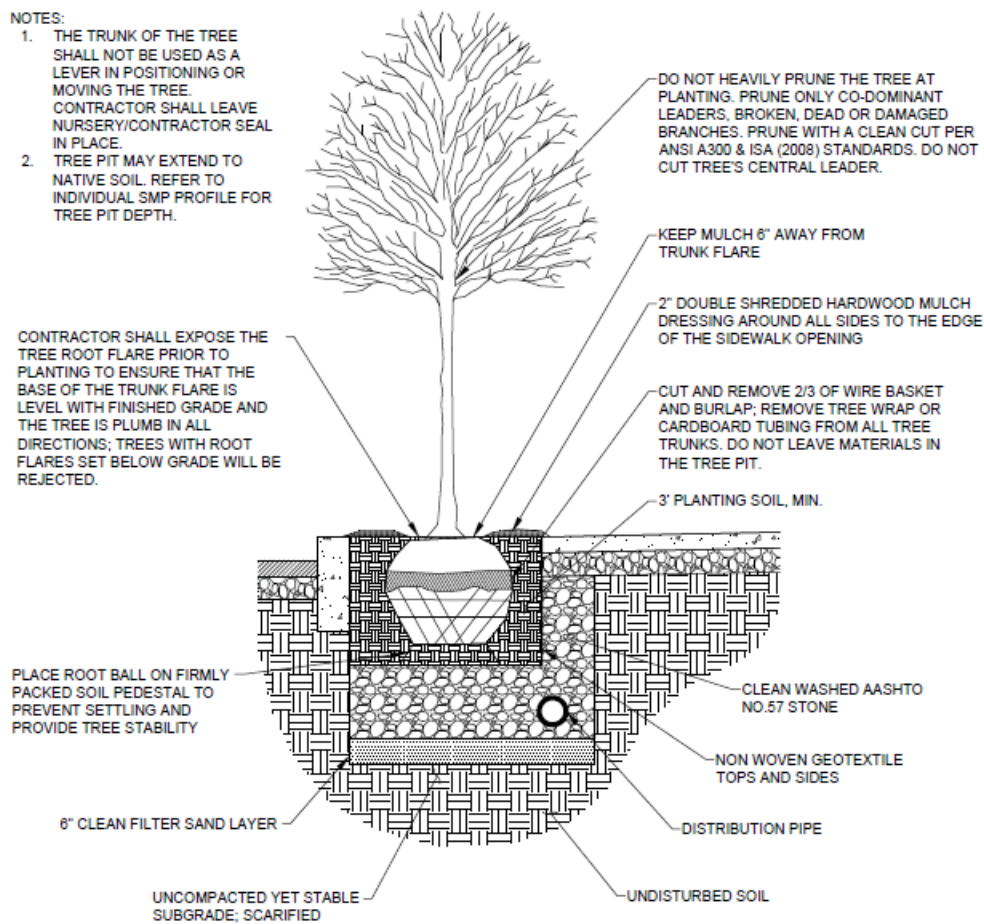
Minimální plocha pro kořenový bal a jeho okolí je 1 x 1m. Pokud to prostor dovoluje, je lepší pro zdravý vývoj stromu tento prostor volit větší. Výběr vhodných druhů stromů by měla provést k tomu kompetentní osoba, která zná místní podmínky a také požadavky a doporučení města. Plocha přiléhající k rýze se stromořadím je nejčastěji chodník tvořený různými druhy dlažeb nebo asfaltový chodník, ale může jej nahradit zatravněný pás nebo další nezpevněné povrchy.

⁶³ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 10 - 14

⁶⁴ 16.2 General Design Considerations. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 304 - 305 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

⁶⁵ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 34 - 39

⁶⁶ City of Philadelphia Green Streets Design Manual. In: *Philadelphia Water Department* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2014 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf



Obrázek 18: Schématický řez vsakovací rýhou se stromořadím. Zdroj: phillywatersheds.org

4.1.2.4. Příklady, hodnocení přínosů

Vsakovací rýhy mohou působit esteticky, zejména při odvádění srážkového odtoku z menších povodí. Mohou tvořit hraniční linie, které zvýrazní a podtrhnou charakter odvodňovaného místa, například u parkoviště nebo zpevněné plochy před budovou. Vzhled rýhy lze vhodně pozměňovat například použitím kamenů různé frakce a barvy a doplněním vhodnou vegetací. Samozřejmě tyto variace rýhy si žádají větší míru údržby, která je důležitá k zachování její dobré funkčnosti, která je na prvním místě.

- Vsakovací rýha



Obrázek 19: Štěrková rýha u parkoviště a komunikace. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Štěrková vsakovací rýha lemující parkoviště a příjezdovou komunikaci. Rýha je vhodná k odvodnění liniových staveb. Fotografie byla pořízena na parkovišti v komplexu univerzity v německém Ulmu.

Tabulka 8: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích rýh

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ○ ○ ●	Dobré filtrační vlastnosti	Neodstraní silné znečištění, musí se doplnit o další opatření
	VZDUCH ○		
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ○	Štěrka se může stát domovem mikroorganismů a obojživelníků.	
II	SÍDLA ● ○ ● ○	Nenáročná údržba	Náchylné na poničení erozí při extrémních srážkách nebo při hrách psů a dětí
		Relativně nízké pořizovací náklady	
III	VZDĚLÁNÍ		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE		
	HOSPODÁŘSTVÍ		

Zdroj: Autor

- **Vsakovací osázená rýha a vsakovací rýha se stromořadím**



Obrázek 20: Osázená vsakovací rýha u parkoviště. Zdroj: rhynelandscape.com

Osázená štěrková rýha je vhodná k odvodnění parkovišť, komunikací i chodníků. Lze ji použít v místech, kde není dostatek prostoru pro realizaci zatravněných průlehů nebo jiných vhodných opatření.



Obrázek 21: Osázená vsakovací rýha vymezující veřejný prostor. Zdroj: The SuDS Manual, Ciria

Osázené štěrkové rýhy mohou být využity také jako prvky, které od sebe vizuálně oddělí prostory s různou funkcí nebo jako zajímavý estetický předěl mezi odvodňovanými povrchy. Na obrázku je vsakovací rýha u školy v anglickém Exwicku.



Obrázek 22: Vsakovací rýha se stromořadím. Zdroj: phillywatersheds.org

Vsakovací rýha se stromořadím realizovaná při komunikaci Benjamína Franklina ve Philadelphii. Srážková voda stéká jednak povrchově z chodníku přímo na zatravněnou plochu a ke stromům, ale je také přiváděna mezerami v obrubníku do podzemní šterkové rýhy, ze které si mohou stromy odebírat půdní vlhkost. Přebytek vody je odváděn drenáží do stoky.

Tabulka 9: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích osázených rýh a vsakovacích rýh se stromořadím

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ○ ● ● ●	Dobré filtrační vlastnosti	Neodstraní silné znečištění, musí se doplnit o další opatření
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ● ●	Posílení biodiverzity	
II	SÍDLA ● ● ● ● ●	Zatraktivnění městského prostoru	Náročnější údržba
			Vyšší investice oproti rýhám bez osázení
			Varianta se stromořadím má velké prostorové nároky
III	VZDĚLÁNÍ		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE		
	HOSPODÁŘSTVÍ		

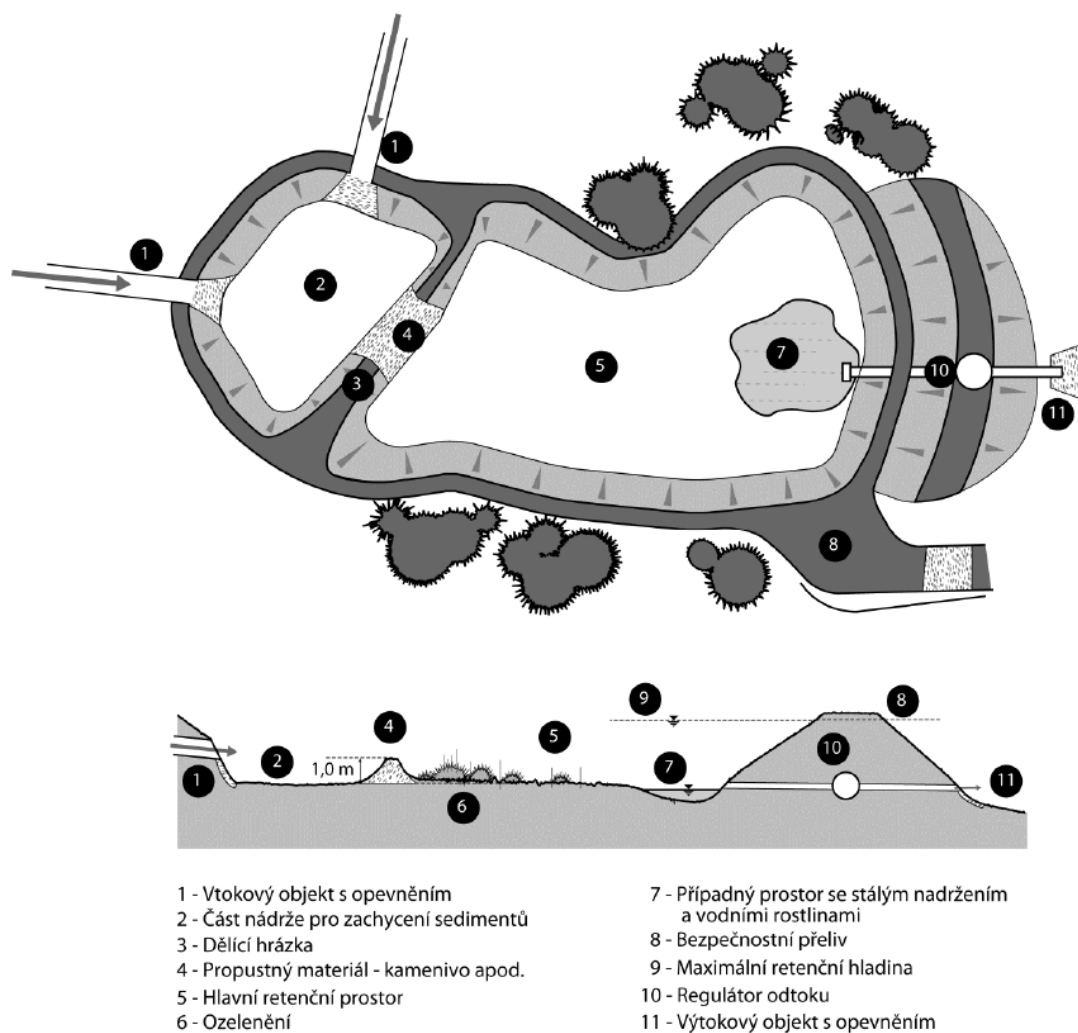
Zdroj: Autor

4.1.3. Retenční dešťová nádrž (vodní náměstí)

4.1.3.1. Funkce a schéma

Retenční dešťové nádrže jsou terénní deprese sloužící k zachycení srážkového odtoku z odvodňované plochy. Snižují kulminační průtok a jsou doplněné o škrtící zařízení, pomocí kterého je regulováno jejich vyprazdňování. Po většinu roku je nádrž suchá (v případě poldrů), voda se v ní objeví jen dočasně při srážkové události a bezprostředně po ní. Variantou suchých poldrů jsou retenční dešťové nádrže s vymezeným prostorem se stálou vodní hladinou.

Retenční dešťové nádrže se většinou navrhují jako zatravněné objekty, přičemž srážka může přirozeně vsakovat přes vrstvu zatravněné ornice. Při méně vydatných deštích zatravněná plocha přirozeně zpomalí srážkový odtok a voda se částečně vsákne do půdy nebo se vypaří zpět do ovzduší. Výhodou je opět čistící schopnost objektu. Přesto se v normě TNV 75 9011 doporučuje v místě nátoky srážkové vody do nádrže vytvořit menší oddělený usazovací prostor, ze kterého voda očištěná od nerozpuštěných látek a sedimentů přepadá do hlavního retenčního prostoru.⁶⁷



Obrázek 23: Schéma suché retenční dešťové nádrže. Zdroj: TNV 75 9011

⁶⁷ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 46

4.1.3.2. Použití a jeho varianty

- **Retenční dešťová nádrž - vegetační**

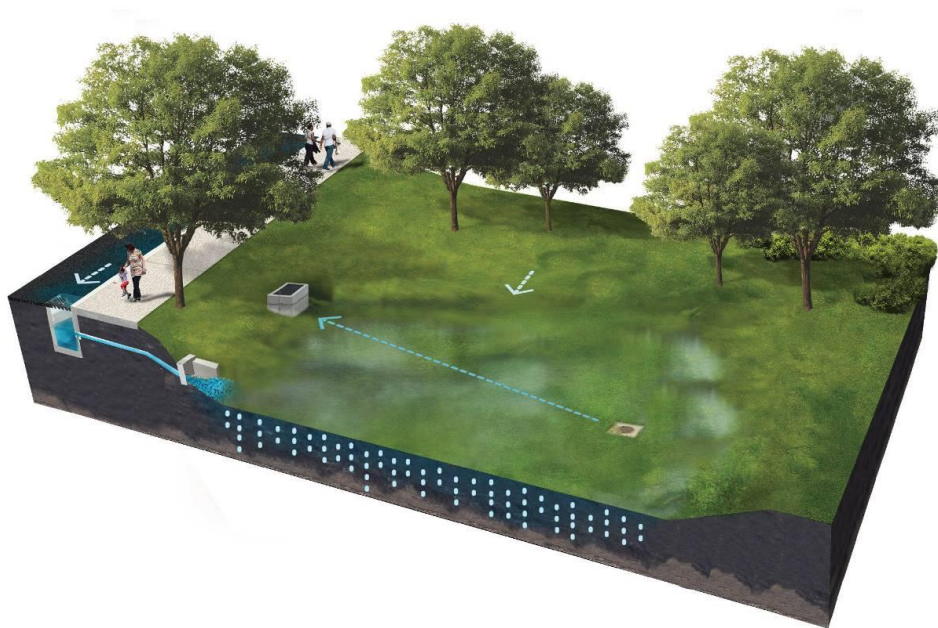
Nejčastější variantou retenční nádrže je její přírodní forma s vegetačním krytem. Charakter nádrže by měl vycházet ze základních rysů odvodňovaného prostoru, který může vhodně podpořit a dokreslit. Objekt může být jemně modelovaný s mírnými svahy. Jeho součástí bývá také plocha s permanentní vodní hladinou v jeho nejnižším místě.

Vzhledem k tomu, že nádrže zabírají relativně velkou plochu, je vhodné navrhovat je jako polyfunkční objekty, přičemž jejich vizuální charakter se bude odvíjet také od očekávaných funkcí, které má nádrž plnit. Využit se při návrhu dá také volby, jak často má být objekt zaplněn vodou (na jakou srážku bude dimenzován) a jakou roli bude voda plnit.

Zatravněné retenční nádrže v parcích mohou za bezdeštných období plnit funkci hřiště nebo shromažďovacího prostoru, jako přírodní atrium. Mohou být doplněny o stálý vodní prvek, mokřad s charakteristickou vegetací nebo mít podobu louky.

V obytné zástavbě, u škol nebo například administrativních budov lze nádrže navrhovat do podoby sportovišť nebo rekreačních ploch.

Velmi obvyklou variantou jsou nádrže situované u dopravních komunikací.



Obrázek 24: Schéma suché dešťové nádrže. Zdroj: phillywatersheds.org

Odvozené objekty:

- **Retenční dešťová nádrž - zpevněné plochy**

- Retenční dešťová nádrž nemusí mít pouze přírodní charakter, ale dají se aplikovat i do čistě městského prostředí. Retenční prostor v tomto případě formují zpevněné plochy. Zde více než v předchozím případě platí, že tyto objekty by měly přinášet další benefity z oblastí mimo přírodní složku, v rámci filosofie vyvažování rovnováhy našeho prostředí. Zpevněné plochy nepodporují v takové míře přirozený vodní režim, nedochází k doplňování podzemní vody, neposiluje se biodiverzita apod. Na druhou stranu opatření posilují ochranu zdraví a života obyvatel a jejich majetku. Lze také posílit povědomí obyvatel o srážkové vodě jako cenného zdroje, využít možnosti zatraktivnit všední městské prostředí, nabídnout něco více.

- Nejčastější formou jsou nádrže jako vodní náměstí nebo dětská hřiště.

Koncept vodních náměstí je známý především z Holandska, kde byl již roku 2007 oficiální součástí manuálu Water Plan 2 Rotterdam⁶⁸, který vydalo město Rotterdam a nastiňuje směr, jakým se má pro příštích pár let vyvíjet hospodaření s vodou na jeho území. Rotterdam je „vodním městem“ a kde jinde by tedy měla vznikat inspirační opatření než zde. Město se zavázalo řešit tři nejpalčivější problémy, jejichž příčinou je voda:

- Stoupající úroveň hladiny moře a s tím spojené zvýšené riziko povodní v místech, kde se doposud problémy nevyskytovaly.
- Lokální povodně v důsledku změn rozložení a intenzity srážek způsobené změnou klimatu.
- Zpřísnit předpisy týkající se kvality vody vzhledem k závazku plnit požadavky evropské směrnice o vodě 2000/60 ES.

Na základě vymezení těchto tří problémů byly definovány priority, které bude město plnit, aby se stalo „městem vody roku 2030“:

- Ochrana proti povodním
- Čistá voda
- Atraktivní město
- Kanalizace v praxi

⁶⁸ *Waterplan Rotterdam 2: Working on water for an attractive city*. Rotterdam, 2007. Dostupné také z: http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/2015-en-ouder/RCP/WP-samenvating03_09_eng.pdf

Priorita „Atraktivní město“ řeší otázku, jak skloubit požadavky na zlepšení městského prostředí, ve kterém jeho obyvatelé žijí, pracují, studují a tráví svůj volný čas s efektivním hospodařením s vodou. Klasické postupy toto neumí přijatelně řešit. V hustě zastavěných centrech měst většinou není dostatek prostoru pro vybudování klasických retenčních nádrží. Navíc by takové řešení bylo zbytečně nákladné. Pro další rozvoj města jsou tudíž nezbytné nové přístupy a opatření, například ve formě vegetačních střech, vodních náměstí a jiných alternativních způsobů zadržení vody.

4.1.3.3. Koncepční návrh

Pro nádrže platí to, co již bylo řečeno u ostatních opatření výše a při jejich návrzích vycházíme z požadavků normy TNV 75 9011⁶⁹.

Všeobecné zásady návrhu, které platí pro všechny typy retenčních nádrží lze shrnout do několika bodů:

- Jsou vhodné jako opatření pro menší povodí, s málo znečištěným srážkovým odtokem⁷⁰.
- Je vhodné je doplnit o předčištění odtoku. U retenčních nádrží s vegetačním krytem lze část nádrže uzpůsobit k usazení sedimentů a oddělit ji hrázkou od zbývajících plochy⁷¹. U nádrží se zpevněným povrchem můžeme volit z několika technických opatření (kalová jímka, síta, filtry apod.).
- Dno objektu je ploché s mírným spádem k výtokovému objektu, aby se předešlo tvorbě nežádoucích kaluží a podmáčených míst.
- Svahy nádrží s vegetačním krytem navrhovat se klonem 1:3 (1:2). Prudší svahování by mohlo vést k erozi břehů a také většinou nepůsobí moc esteticky.⁷²

⁶⁹ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 19

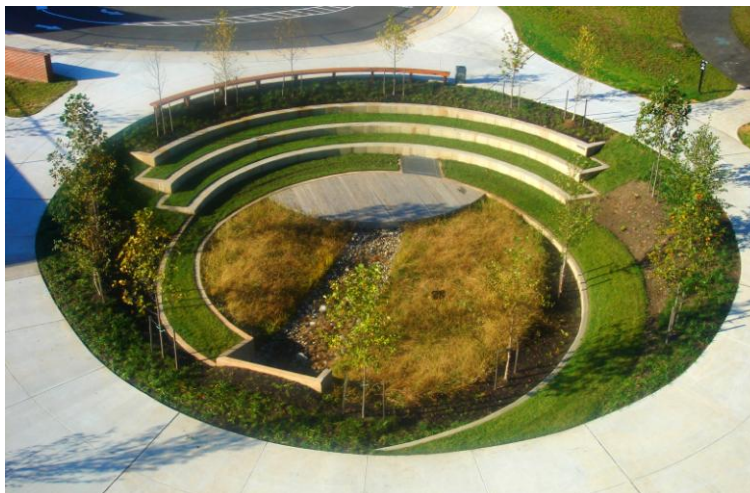
⁷⁰ STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Jiří VÍTEK a Milan SUCHÁNEK. *Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích*. Praha, 2007, s. 48 Dostupné také z: http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01_JVPVH.pdf

⁷¹ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 19

⁷² 22.2 General Design Considerations. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 474 - 475 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

4.1.3.4. Příklady, hodnocení přínosů

- Retenční dešťová nádrž - vegetační



Obrázek 25: Retenční dešťová nádrž - hrací plocha. Zdroj: dwell.com

Dešťová vegetační nádrž poblíž základní školy v Manassas Parku v americkém státě Virginia, je příkladem opatření HDV, které bylo navrženo s cílem ukázat a učit děti hravou formou, že příroda a voda jsou cennými zdroji, které je potřeba chránit. Kruhová forma suché nádrže se stupni je využívána také jako venkovní učebna, hrací plocha, místo setkávání apod.



Obrázek 26: Retenční dešťová nádrž - místo setkávání. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Dešťová nádrž ve čtvrti Scharnhorst-ost v německém Dortmundu je zarostlá bujnou vegetací a vytváří tak výrazný prvek veřejného prostoru, který může být dobrým místem setkání pro místní obyvatele. Součástí nádrže je umělecky ztvárněný dešťový svod, který do nádrže přivádí srážkovou vodu z blízké budovy.



Obrázek 27: Retenční dešťová nádrž v parku. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Suchá retenční dešťová nádrž v parku u výzkumného centra Caesar v německém Bonnu. Nádrž je příkladem rozvolněné přírodní formy objektu, který je jemně modelován a citlivě zasazen do okolního prostředí.



Obrázek 28: Retenční dešťová nádrž v dopravním uzlu. Zdroj: Ciria.com

Suché retenční dešťové nádrže jsou velmi často využívány k odvodnění silnic nebo dálnic. Nádrže jsou doplňovány různými formami žlábků a rýh, které do nádrže svádí srážkovou vodu ze zpevněných ploch.

Tabulka 10: Přínosy, výhody a nevýhody retenčních dešťových nádrží - vegetačních

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Snižují kulminční průtok a množství vody, které odtéká do recipientu	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	Vhodné pro menší povodí
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posílení biodiverzity	
II	SÍDLA ● ● ● ○	Zatraktivnění městského prostoru	Velké prostorové nároky
		Polyfunkční využití	
III	VZDĚLÁNÍ ●	Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení působení krajinných prvků na vodní režim	
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ●		
	HOSPODÁŘSTVÍ ●		

Zdroj: Autor

- Retenční dešťová nádrž - zpevněné plochy



Obrázek 29: Vodní náměstí. Zdroj: uncubemagazine.com

Na obrázku je příklad vodního náměstí Bentheplein, které bylo realizováno v roce 2013 v holandském Rotterdamu. Jedná se o velmi promyšlený koncept spojující funkce náměstí s vodohospodářským objektem. Dešťová voda je postupně systémem žlabů a žlábků sváděna do tří retenčních nádrží, které se za deště pomalu plní vodou, která je dočasně zadržena a po skončení srážkové události řízeně odtéká dešťovou kanalizací do řeky. Za bezdeštného období nádrže plní společenskou funkci. Jsou využívány jako hřiště pro mládež, shromažďovací prostor a místo setkávání. Rekonstrukcí se podařilo do náměstí začlenit také vegetaci, která tam před tím nebyla. Vodní náměstí je díky kombinaci více funkcí velmi vhodným objektem HDV do městského prostředí.



Obrázek 30: Retenční dešťová nádrž - dětské hřiště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Část dětského hřiště ve čtvrti Scharnhorst-ost v německém Dortmundu je uzpůsobeno jako dešťová nádrž. Na obrázku můžeme vidět stav těsně po dešťové události, kdy v nehlubší části nádrže stále ještě stojí voda.

Tabulka 11: Přínosy, výhody a nevýhody retenčních dešťových nádrží - zpevněné plochy

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ○ ● ○	Snižují kulminční průtok a množství vody, které odtéká do recipientu	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ○		Vhodné pro menší povodí
	PŮDA ○		
	FAUNA A FLÓRA ○ ○ ○		
II	SÍDLA ● ● ○ ○	Zatraktivnění městského prostoru	Velké prostorové nároky
		Polyfunkční využití	Vyšší investice oproti poldrům vegetačním krytem
III	VZDĚLÁNÍ ●	Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení působení krajinných prvků na vodní režim	
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ●	Zajímavé a ojedinělé řešení odvodnění může přilákat do města turisty	
	HOSPODÁŘSTVÍ ●	Zatraktivnění městského prostoru může přinést další investice do jeho rozvoje	

Zdroj: Autor

4.2. Sekundární opatření - objekty a zařízení

4.2.1. Zelená opatření

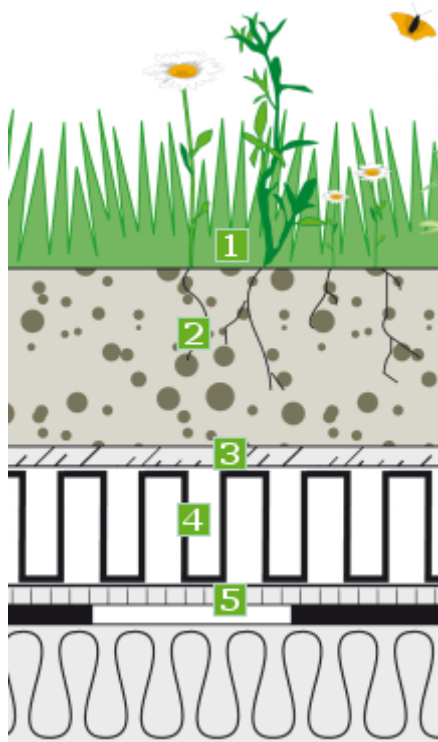
4.2.1.1. Vegetační a další střechy

- Funkce a schéma

Vegetační a šterkové střechy v první řadě snižují objem povrchového odtoku, ale plní také mnoho doprovodných funkcí. Mají dobré izolační vlastnosti, hlavně v letních horkých

dnech účinně brání přehřívání podstřešních prostor⁷³. Vegetační vrstva podporuje evapotranspiraci, ale také zachytává prachové částice obsažené v městském prostředí. Tyto vlastnosti se zvyšují s intenzitou ozelenění střechy. Zelené střechy přispívají k druhové rozmanitosti a obecně pomáhají uchovat přírodu i v městském prostředí, kde si jinak jen těžce hledá cestu. Neméně důležitá je také estetická funkce vegetačních střech.

Konstrukce vegetační střechy se skládá z několika vrstev a záleží na tom, pro jakou variantu se rozhodneme. Obecně ale její skladba sestává z:



- 1) Výsadba
- 2) Substrát
- 3) Filtrační textilie
- 4) Drenážní vrstva
- 5) Hydroizolace

Obrázek 31: Schematický řez skladbou vegetační střechy. Zdroj: optigreen.cz

- Použití a jeho varianty

- **Vegetační a šterková střecha**

Vegetační střechy lze použít v podstatě u jakéhokoliv objektu, ale často je můžeme vidět u veřejných budov, jako jsou administrativní objekty, školy, obchodní domy apod. Můžeme se ale také setkat s vegetační střechou u drobných staveb, jakou je např. zastávka hromadné dopravy, přístřešek na kola apod. Z toho vyplývá, že plocha není omezujícím faktorem. Ve stávající zástavbě lze vytipovat objekty, u kterých umožňuje stávající konstrukce střechy její modifikaci na „zelenou“ variantu. Velmi vhodné jsou jako

⁷³ 12.1 General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 233 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDS_Manual_C753_Chapters.aspx

alternativa k vegetačním plochám v hustě zastavěných částech měst, kde je nedostatek místa pro zeleň.

Typy vegetačních střech se dělí na extenzivní a intenzivní (střešní zahrady).

Extenzivní vegetační střecha

- Vegetační kryt je zvolen tak, aby mocnost substrátu zbytečně nezatěžovala střešní konstrukci. U extenzivní varianty se pohybuje od 20 - 150 mm podle osetí⁷⁴. Většinou se využívají byliny, traviny a rozchodníky, tzn. rostliny, které nejsou moc náročné na údržbu a mají nízkou míru růstu.
- Tento typ střech je vhodný k dodatečnému použití, protože jeho konstrukce je relativně lehká.

Štěrkové střechy

- Štěrkové střechy jsou variantou vegetačních střech, ale vrstvu rostlinného pokryvu s vrstvou substrátu nahrazuje štěrková vrstva.
- Tento typ střech se používá pouze na plochých střeších.⁷⁵

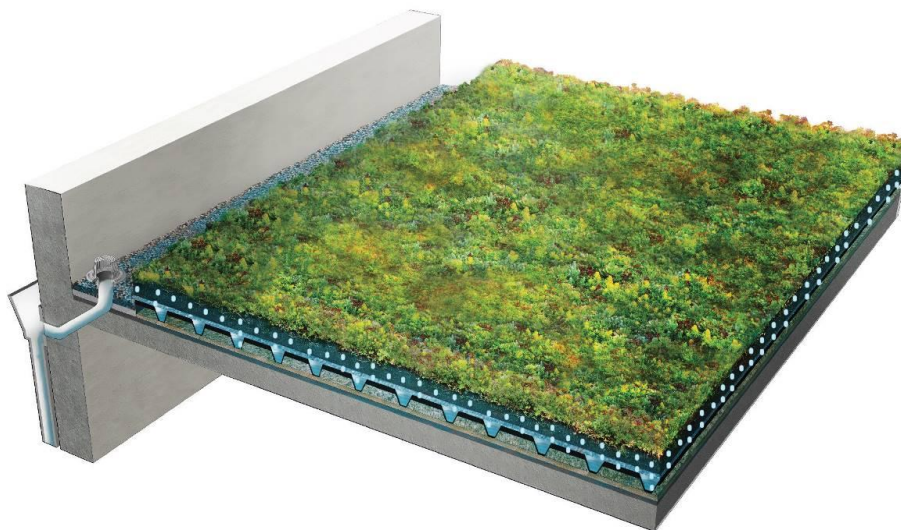
Intenzivní vegetační střecha

- Jedná se o architektonický ztvárněný krajinný prvek, který poskytuje životní prostor rozmanité škále rostlin a živočichů a tím přispívá k posílení biodiverzity ve městě.
- Intenzivní střechy jsou osázeny širokým spektrem rostlin zahrnující záhony trvalek, různé trávy, keře, stromy, ale jejich součástí mohou být také vodní plochy (viz modrá střecha). Často vyžadují automatickou závlahu.
- Střechy jsou velmi náročné na pravidelnou údržbu, a proto jsou většinou navrhovány jako pochůzné.
- Poskytují prostor pro rekreaci a odpočinku veřejnosti.
- Tyto střechy vyžadují mocnější vrstvu substrátu, která se pohybuje od 100 - 200 mm⁷⁶.

⁷⁴ 12.1 General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamazine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 234 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

⁷⁵ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 14 - 15

- Intenzivní střechy velmi výrazně zvyšují celkové zatížení střešní konstrukce, a proto s nimi musíme počítat od počátku návrhu objektů a nejsou vhodné k dodatečnému osazení na stávající střešní konstrukce.



Obrázek 32: Schéma vegetační střechy. Zdroj: phillywatersheds.org

Odvozené objekty:

- **Modrá střecha**

- Konstrukce těchto střech je přímo určena k zadržení větších objemů vody. Střecha může plnit různé účely, jako například snížení srážkového odtoku, kdy je zadržená voda řízeně vypouštěna do kanalizace nebo za účelem akumulace srážkové vody k jejímu použití (zavlažování vegetačních ploch střechy), k chlazení (snížení teploty střechy za horkých letních dnů) nebo jako užitková voda, která může být dále využívána v budově.
- Modré střechy mohou být konstrukčně řešeny s využitím volných vodních ploch anebo je voda zadržována v dostatečně pórovité vrstvě anebo naopak může být akumulována v prostoru mezi dvěma nepropustnými vrstvami. Také může být kombinována

⁷⁶ 12.1 General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamazine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 234 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

s vegetační střechou, kdy je pod souvrstvím vegetačního pokryvu prostor sloužící k akumulaci srážkové vody⁷⁷.



Obrázek 33: Schéma modré střechy. Zdroj: phillywatersheds.org

- Koncepční návrh

Návrh vegetačních střech vyžaduje úzkou mezioborovou spolupráci již od počátku plánování celého objektu.

Při návrhu je potřeba dbát především na dodatečné zatížení střešní konstrukce, které vykazuje celý systém nasaturovaný vodou, ale samozřejmě další možná zatížení například při údržbě, sněhové pokrývce apod. Návrh by měl počítat s pozitivními přínosy v oblasti biodiverzity a estetiky. Proto by se nemělo zapomínat, že na střeše bude instalováno její další vybavení jako například odvětrání vnitřní kanalizace, zařízení vzduchotechniky, výtahové šachty, solární panely apod. Mělo by se také počítat s výškou střechy a nápořem větru, její orientaci vzhledem k slunci a možné zastínění od okolních budov.

Vegetační střechy mohou být navrhovány jako ploché, ale také s určitým spádem. Norma TNV 75 9011 doporučuje volit maximální sklon střechy v poměru 1:3⁷⁸. Pokud má střecha sloužit k zadržení srážkové vody, je důležité si uvědomit, že čím je střecha příkřejší,

⁷⁷ Philadelphia Stormwater Management Guidance Manual, Version 3.0 [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2015 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.pwdplanreview.org/manual/appendices/f.-design-guidance-checklist/f.12-blue-roofs>

⁷⁸ TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 14

tím méně vody se v ní bude retenovat, neboť gravitace funguje i v případě použití sofistikované technologie.⁷⁹

- Příklady, hodnocení přínosů

- **Vegetační střechy**



Obrázek 34: Extenzivní vegetační střecha. Zdroj: archiv autorky



Obrázek 35: Extenzivní vegetační střecha - přístřešek. Zdroj: greenroofshelters.co.uk

⁷⁹ V září 2016 byl vydán nový dokument pro navrhování vegetačních střech - STANDARDY PRO NAVRHOVÁNÍ, PROVÁDĚNÍ A ÚDRŽBU Vegetační souvrství zelených střech. Cílem těchto standardů je stanovit zásady a požadavky pro navrhování, provádění a údržbu zelených střech, tj. střech s vegetačním souvrstvím. Standardy se zabývají především vegetačním souvrstvím.
BURIAN, Samuel, Jitka DOSTALOVÁ, Martin DUBSKÝ, et al. *Standardy pro navrhování, provádění a údržbu: Vegetační souvrství zelených střech* [online]. Brno, 2016 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.novazelenausporam.cz/file/786/zelene-strechy_standardy.pdf

Extenzivní vegetační střechy lze instalovat jednak na střechách budov, ale také na objekty drobné architektury, jako jsou přístřešky zastávek městské hromadné dopravy, kiosků nebo třeba přístřešky na kola. Vegetační střechy jsou ve městech alternativou zatravněných ploch. Mohou se stát velmi atraktivním zpestřením městského prostředí a přinést mu další významné benefity, kromě zpoždění srážkového odtoku, například zlepšení městského mikroklima, snížení prašnosti, posílení biodiverzity apod.

Tabulka 12: Přínosy, výhody a nevýhody vegetačních a štěrkových extenzivních střech

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ○	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Snižuje objem srážkového odtoku	
	PŮDA ○	Podporuje evapotranspiraci	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posílení biodiverzity	
II	SÍDLA ● ● ● ○	Zatraktivnění městského prostoru	Nenáročná údržba
		Delší životnost izolace střechy	Vyšší investice oproti běžným střešním krytinám
		Snižuje energetickou náročnost budov	
III	VZDĚLÁNÍ ○		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor



Obrázek 36: Intenzivní vegetační střecha - minigolf. Zdroj: archiv autorky

Intenzivní střechy a střešní zahrady tvoří ve městě alternativou parků. Jsou náročné na údržbu, ale nabízí mnoho možností, k čemu je využít. Na obrázku vidíme vegetační střechu s minigolfem, která je součástí NH Hotelu v Olomouci.

Tabulka 13: Přínosy, výhody a nevýhody vegetačních intenzivních střech (střešních zahrad)

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ○	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Snižuje objem srážkového odtoku	
	PŮDA ○	Podporuje evapotranspiraci	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posílení biodiverzity	
II	SÍDLA ● ● ● ●	Zatraktivnění městského prostoru	Náročná na údržbu
		Delší životnost izolace střechy	Vyšší investice oproti běžným střešním krytinám
		Snižuje energetickou náročnost budov	
III	VZDĚLÁNÍ ○		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ●	Zajímavé a ojedinělé řešení může do místa přilákat turisty	
	HOSPODÁŘSTVÍ ●	Atraktivní řešení může přilákat do místa další investice	

Zdroj: Autor

- Modrá střecha



Obrázek 37: Modrá střecha - akumulace ve štěrkové vrstvě. Zdroj: roofingmagazine.com



Obrázek 38: Modrá střecha - akumulace v přihrádkách. Zdroj: hazenandsawyer.com

Na horním obrázku můžeme vidět variantu modré střechy z New Yorku, která je tvořena několika oddělenými retenčními prostory vysypanými štěrkem. Druhá varianta téže střechy je znázorněna na spodním obrázku. Retenční prostor je tvořen přihrádkami

vyplněnými štěrky. Přihrádky mají perforované dno a jejich hrany slouží jako bezpečnostní přelivy. Modré střechy se často kombinují se střechami vegetačními.

Tabulka 14: Přínosy, výhody a nevýhody modrých střech

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ○ ○ ○	Snižuje objem srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
		Velmi dobré akumulační schopnosti	
	VZDUCH ○		
	PŮDA ○		
	FAUNA A FLÓRA ● ● ○	Posílení biodiverzity	
II	SÍDLA ● ○ ● ○	Akumulovaná voda se dá využít na provoz střechy nebo v rámci budovy	Vyšší investice oproti běžným střešním krytinám
		Snižuje energetickou náročnost budov	
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

4.2.1.2. Propustné nezpevněné povrchy (plošný vsak)

Norma TNV 75 9011 přímo nedefinuje objekt propustné nezpevněné povrchy, ale doporučuje je v co nejvyšší míře zachovávat a minimalizovat množství nepropustných zpevněných ploch⁸⁰.

Do této kategorie mohlo být zahrnuto také plošné vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu, které by se nedrželo normou přesně stanovených nároků na poměr mezi redukovanou odvodňovanou plochou a vsakovací plochou. Jeho nevýhodou je velká prostorová náročnost, neboť vyžaduje minimálně 20% z celkové rozlohy odvodňované plochy⁸¹. Proto je v praxi jeho využití velmi omezeno a je realizovatelné spíše v málo zastavěných oblastech u liniových staven nebo parkovišť.

Dalším důvodem je skutečnost, že většinou je tento objekt navrhován jako předřazený k jinému objektu a slouží převážně k předčištění srážkového odtoku.

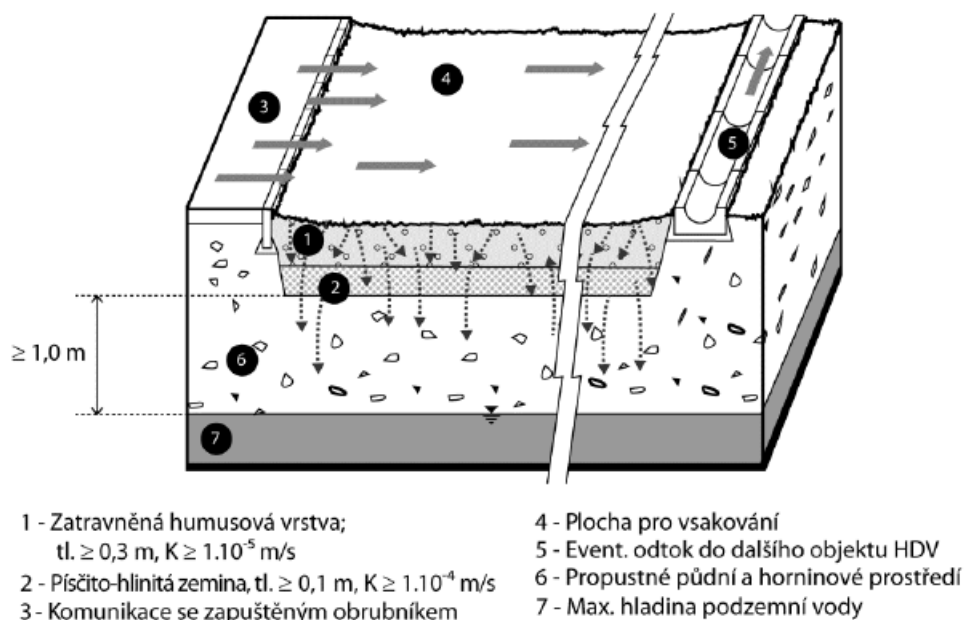
- Funkce a schéma

Jedná se o objekt bez retenčního prostoru. Hlavní funkcí je předčištění srážkového odtoku z přilehlých nepropustných ploch. Voda by měla do objektu natékat plošně a rovnoměrně. Její pomalý pohyb skrz zatravněnou vrstvu je zárukou k zachycení nerozpuštěných látek a dalšího znečištění. Při vsakování srážkové vody přes zatravněnou humusovou vrstvu dochází také k adsorpci těžkých kovů a uhlovodíků a k rozkladu dalšího znečištění. Přebytková voda, kterou již opatření není schopné pojmout je převedena do dalšího

⁸⁰ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 15

⁸¹ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 16

objektu, který je umístěn bezprostředně za ním. Většinou se jedná o průleh, bioretenční objekt nebo rýhu. Díky předřazení objektu plošného vsakování je zajištěna těmto opatřením delší životnost, protože u nich nedochází k tak rychlému zanášení.⁸²



Obrázek 39: Objekt plošného vsakování. Zdroj: TNV 75 9011

- Použití a jeho varianty

- **Plošný vsak**

Objekty plošného vsakování se nejčastěji používají podél liniových objektů, tzn. komunikací anebo k odvodnění parkovišť. Doporučuje se plochu objektu osévat hustě travní směsí, která je odolná vůči suchu, ale i vlhku a dobře snáší zasolení. Nedoporučuje se osazovat tuto plochu stromy, které by mohly zastínit trávník a tím zhoršit podmínky pro jeho dobrý rozvoj.

- Koncepční návrh

Zatravněná plocha by měla být lehce spádována směrem k připojenému opatření, které je za ní zařazeno. Nátok srážkové vody do objektu by měl být rovnoměrný po celé ploše, kterou přiléhá k odvodňovanému povrchu. SuDS manuál doporučuje, aby horní hrana nezpevněného povrchu byla 50 mm nad objektem⁸³. Tím by se mělo zabránit usazování

⁸² 15.1 General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 291 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

⁸³ 15.2 General Design Considerations. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 292 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

znečištění na přechodu mezi zpevněným a nezpevněným povrchem, což by mohlo vést k narušení rovnoměrného nátoku do objektu. Dalším opatřením k zmírnění rizika rychlého zanášení je předsadit před zatravněnou plochu pás propustné dlažby nebo vyplněný štěrkem.

Zatravněná humusová vrstva by měla mít mocnost minimálně 30 cm, aby bylo zajištěno správné fungování čistících procesů. Pod humusovou vrstvou následuje písčitohlinitá vrstva o mocnosti minimálně 10 cm. Vzdálenost základové spáry objektu od hladiny podzemní vody je požadována minimálně 1,0 m z důvodů ochrany před jejím možným znečištěním⁸⁴.

Pokud objekt plošného vsakování přímo navazuje na plochu parkoviště, mělo by být zabezpečeno, aby auta nevjížděla na zatravněnou plochu. K tomu poslouží různé druhy překážek, které ale nesmí bránit plošnému nátoku srážky na zatravněnou plochu. K nejběžněji používaným bariérám patří obrubníky s pravidelně vynechanými mezerami, velké pravidelně rozmístěné balvany, patníky anebo také keře.

- Příklady, hodnocení přínosů

- Plošný vsak



Obrázek 40: Plošný vsak - zatravněná plocha. Zdroj: pwdplanreview.org

⁸⁴ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 42



Obrázek 41: Plošný vsak - zpevněný trávník. Zdroj: worldlandscapearchitect.com

Objekt plošného vsakování tvořen zatravněnou plochou, do které jsou spádovány okolní zpevněné plochy. Přelivné hrany chodníků musí být nad zatravněnou plochou, ne opačně, aby voda přirozeně stékala do vegetace. Spodní obrázek ukazuje možné „vyztužení“ trávníku geometricky tvarovanými šterkovými plochami.

Tabulka 15: Přínosy, výhody a nevýhody plošného vsaku

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ●		
II	SÍDLA ● ○ ● ○	Nenáročná údržba	Velké prostorové nároky
III	VZDĚLÁNÍ ○		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

4.2.1.3. Stromy

- Funkce a schéma

Stromy plní ve městech hned několik velmi přínosných funkcí. Přispívají k efektivnímu hospodaření se srážkovou vodou, zkrášlují a zpříjemňují městské prostředí a zvyšují hodnotu rezidenční a komerční zóny, snižují roční spotřebu energií budov tím, že zmírňují místní klima (v létě poskytují stín a ochlazují své okolí), listy zachytávají znečištění a prachové částice ze vzduchu, stromy vytvářejí kyslík, působí jako protihluková bariéra, poskytují stanoviště živým organismům a zvyšují biodiverzitu.

Další vlastnosti, které stromy vykazují⁸⁵:

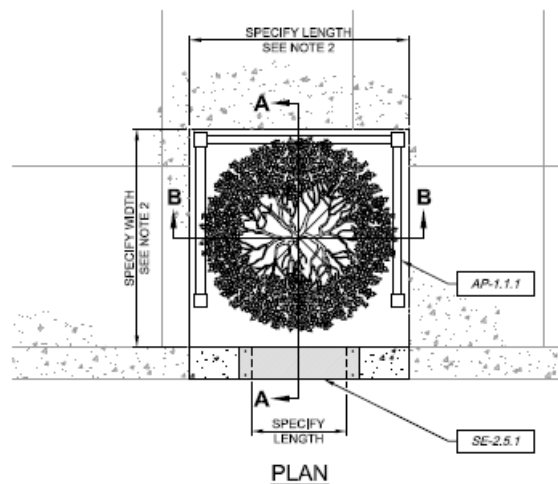
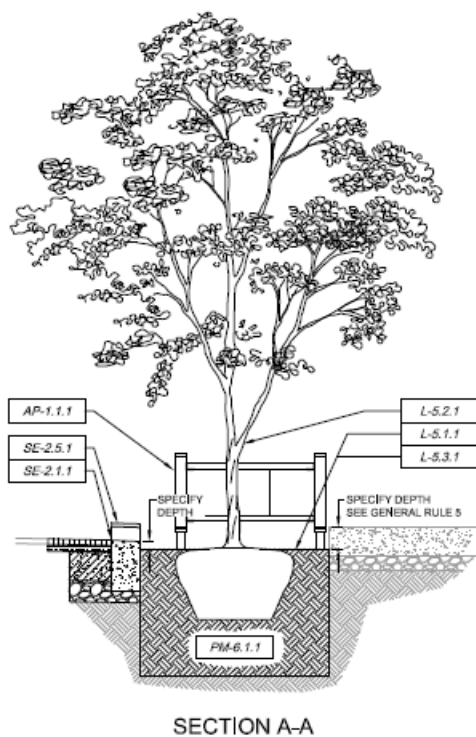
Transpirace: Fyziologický výpar vody, kterou stromy nasávají kořenovým systémem z půdy, pomocí průduchů listů ve formě vodní páry do ovzduší. Stromy jsou schopny využít velké objemy vody z půdy a tím přispívají ke snižování objemu srážkového odtoku.

Intercepce: Zadržení srážky na povrchu listů stromu a její následný výpar. Tím se snižuje množství srážkové vody, která dopadne na městský povrch.

Zvýšení vsaku: Kořenový systém provzdušňuje půdu, zvyšuje se množství volných kanálků a tím se zvyšuje její schopnost infiltrace srážky.

Fytoremediace: Schopnost rostlin dekontaminovat půdu od znečištění. Stromy spolu s vodou nasávají kořeny také látky, které jsou v ní obsaženy. Jedná se také o srážkovou vodu, která obsahuje atmosférické a povrchové znečištění, které na sebe navázala při své cestě, jako například těžké kovy a jejich nerozpustné sloučeniny, minerální oleje, ropné látky, organické látky a živiny. Strom tyto látky buď využije, nebo zůstanou navázány v jeho systému.

⁸⁵ 19.1 General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamazine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 361 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx



Obrázek 42(vlevo): Schematický řez stromem v ulici. Zdroj: phillywatersheds.org

Obrázek 43(vpravo): Schematický půdorys stromu v ulici. Zdroj: phillywatersheds.org

- Použití a jeho varianty

- **Stromy**

Jak je patrné z kapitoly 4.1.1.2, stromy jsou často součástí primárních opatření, jako například bioretenčních systémů, rýh apod. a napomáhají jejich lepší funkci a zvyšují estetické působení.

Samostatně jsou navrhovány jako sekundární opatření pro malá povodí. Srážková voda je povrchově přivedena přímo ke stromu.



Obrázek 44: Schéma stromu v ulici. Zdroj: phillywatersheds.org

- Koncepční návrh

Stromy jsou náročné na prostor, kvalitu půdy a dodávku vody. Návrh stromu vhodného do městského prostředí a plnění funkce objektu HDV je velmi specifický úkol a je důležité, aby byl proveden k tomu kompetentní osobou v úzké spolupráci s dalšími profesemi.

Voda je přiváděna ke stromu povrchově a natéká k němu plošně nebo bodově. Pokud se jedná o druhý případ, měl by být nátok dostatečně opevněn a chráněn proti erozi. Stromy, které jsou součástí městského prostředí, jsou vystaveny pro ně extrémním podmínkám. Většinou kolem sebe mají jen omezený prostor. Ten by měl být zabezpečen proti jeho udusání, což znesnadňuje průsak vody ke kořenům, ale také propustnost vzduchu. Na druhou stranu může být strom „utopen“ v případě, že je zemina v okolí stromu příliš nasáklá vodou anebo dokonce pod vodou. Proto se doporučuje zajistit možnost odvedení přebytečné vody, která by v bezprostřední blízkosti stromu neměla zůstat déle než 48 hodin.⁸⁶ Zemina stromu

⁸⁶ BASSUK, Nina, Julia BARTENS, Laurence COSTELLO, et al., DAY, Susan Downing a Sarah Beth DICKINSON (eds.). Managing Stormwater for Urban Sustainability Using Trees and Structural Soils: A new space-saving infiltration BMP that mitigates runoff from paved areas. In: Development of a Green Infrastructure Technology that Links Trees and Engineered Soil to Minimize Runoff from Pavement [online]. Blacksburg (Virginia): Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008 [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: <http://www.hort.cornell.edu/uhi/outreach/pdfs/TreesAndStructuralSoilsManual.pdf>

může být navržena podobným způsobem, jaký je popsán v kapitole 4.1.1.2 v odstavci „Bioretenční objekty a dešťové zahrady“.

Při návrhu stromů, jako objektů HDV by se nemělo uvažovat pouze o jeho přínosech z hlediska odvodnění, ale v první řadě je strom součástí městského prostředí, které by mělo jeho umístění vizuálně a funkčně pozvednout a to během všech čtyřech ročních období. Stromy jsou součástí zelené infrastruktury a jsou integrovány do života uličního prostoru, který je určen pěším, cyklistům, a motorovým dopravním prostředkům. Návrh stromů by tedy měl vycházet z celkové urbanistické koncepce.

- Příklady, hodnocení přínosů

- **Stromy**



Obrázek 45: Strom v ulici. Zdroj: gievidencebase.botanicgardens.sa.gov.au



Obrázek 46: Strom v ulici - varianta. Zdroj: conteches.com

Na obrázcích vidíme různé způsoby nátoky srážkové vody ke stromům. Příklad na horním obrázku je z australského Melbourne. Stromy jsou umístěny v zálivech a ulice je spádována tak, aby srážková voda stékala přímo ke stromu. Rabátka kolem stromu může být různě upraveno, mohou zde být např. vysázeny květiny nebo traviny. Druhý obrázek ukazuje řešení používané v Americe. Srážková voda je ke stromu přiváděna přes speciální obrubník. Strom může být chráněn proti udusání jeho okolí mříží.

Tabulka 16: Přínosy, výhody a nevýhody stromů

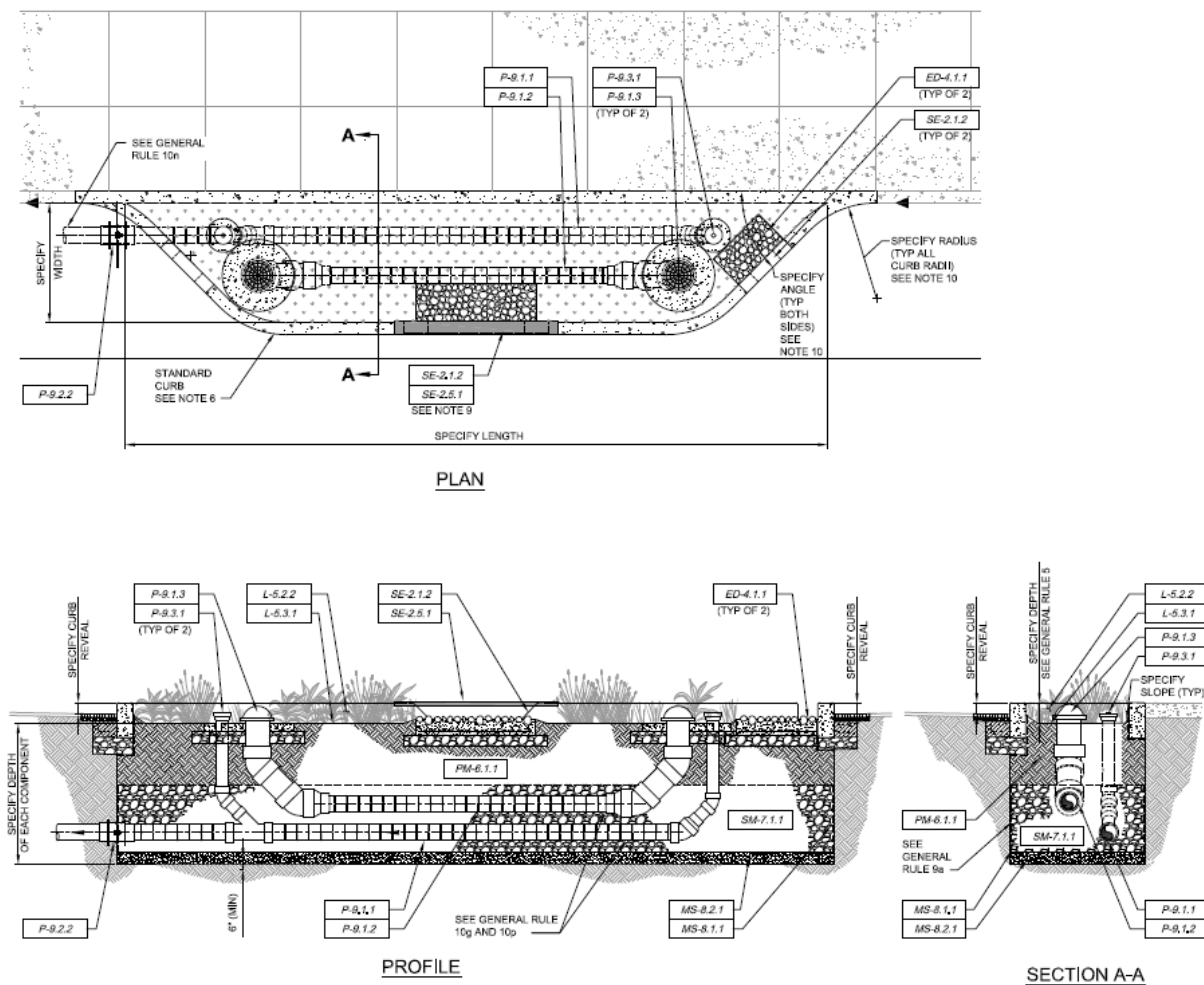
	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Vhodné pro menší povodí
			Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
		Zlepšuje městské mikroklima	
		Zachytává prach a vytváří kyslík	
II	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ● ● ● ●	Posílení biodiverzity	
	SÍDLA ● ● ● ● ●	Zatraktivnění městského prostoru	Náročnější údržba
		Protihluková bariéra	
		Vliv na snížení spotřeby energií budov	
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

4.2.1.4. Osázené objekty regulující srážkový odtok

- Funkce a schéma

Objekty popisované v této kapitole jsou instalovány za účelem zadržení průměrných srážek nebo prvních splachů srážek vyšší intenzity. Proto se využívají jako předřazené objekty primárním opatřením nebo, v místech, kde nelze aplikovat primární opatření odlehčují stávajícímu systému odvodnění. Slouží k předčištění srážkového odtoku od nerozpuštěných látek, těžkých kovů a uhlovodíků a dochází také k biologickému rozkladu rozložitelného znečištění. Díky vegetačnímu pokryvu objekty podporují evapotranspiraci. Skladba vrstev těchto objektů a jejich funkce je velmi podobná průlehům a bioretenčním objektům. Srážková voda je zadržena v nadzemní části a filtrována přes vrstvu osázené ornice do podzemní rýhy vyplněné mezerovitým materiálem, například říčním štěrkem. Z rýhy je voda většinou odváděna do systému kanalizace, část vody může vsakovat do podloží.



Obrázek 47: Osázené objekty regulující srážkový odtok - schematický půdorys a řezy. Zdroj: phillywatersheds.org

- Použití a jeho varianty

Tento typ opatření se používá pro malá povodí a jsou vhodná pro využití ve stávající zástavbě, kde nelze kvůli prostorové náročnosti aplikovat průlehy a bioretenční objekty.

- Vysazené chodníkové plochy

Tyto objekty se hojně využívají k dodatečnému zabudování ve stávající zástavbě k odlehčení konvenčního systému odkanalizování komunikací. Pro jejich umístění se využívají hluchá místa uličního prostoru, jako jsou vysazené chodníkové plochy u přechodů, rozšířené náběhy chodníků v křižovatkách, nebo vynechaná místa při podélném parkování.

Tyto objekty jsou v podstatě mělkou obdobou průleहů s kolmými stěnami. Skladba vrstev objektů je shodná s tím rozdílem, že objekty mají menší objemovou kapacitu.

Osázení objektu může být opět obdobné jako u výše zmiňovaných průleहů.

Využívají se pro menší povodí, slouží jako pojistka, která zachytí průměrnou srážku, předčistí ji a zpomaleně odvede do stávající kanalizace. V případě intenzivnější srážky je objekt opatřen bezpečnostním přelivem většinou povrchově do uliční vpusti⁸⁷.

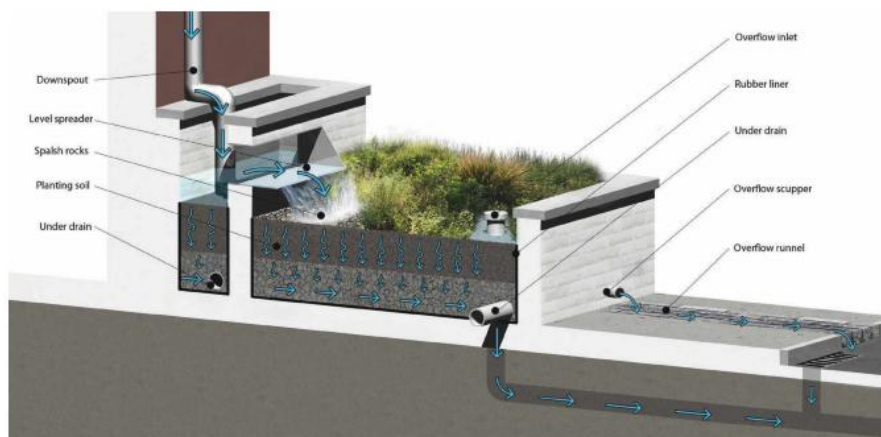


Obrázek 48: Schéma vysazené chodníkové plochy. Zdroj: phillywatersheds.org

- Zvýšené záhony a květináče

Jedná se o uzavřené objekty, které jsou vyvýšeny nad terén. Mohou to být prefabrikované jednoduché objekty, ale také velmi nápaditě ztvárněné a osázené záhony, které akcentují fasádu objektu. Zvýšené záhony se nejčastěji instalují u budov a složí k dočasnému zadržení a hlavně přefiltrování srážkového odtoku ze střech. Složení vrstev je obdobné jako u bioretenčních objektů, ale voda zadržená v drenážní vrstvě není dále vsakována do podloží, neboť záhony jsou většinou instalovány v blízkosti budov a proto jsou odizolovány. Přefiltrovaná voda je odváděna se zpožděním do stávající kanalizace.

⁸⁷ City of Philadelphia Green Streets Design Manual. In: *Philadelphia Water Department* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2014 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf



Obrázek 49: Schéma zvýšeného záhonu. Zdroj: Artful Rainwater Design

- Koncepční návrh

Tento typ objektů je vlastně takovým kompromisem, pokud chceme v zástavbě využít pozitivní vlastnosti, které nabízí průlehy a bioretenční systémy, ale bohužel na ně nenajdeme dostatek volného prostoru. Anebo z bezpečnostního hlediska nám není dovoleno aplikovat primární objekty, které mají hloubku povrchového retenčního prostoru 25 - 30 cm.

Zásady návrhu z pohledu HDV jsou obdobné jako u jejich primární varianty. Umístění objektů blízko zdroje, přípustnost z pohledu znečištění odtoku. Objekt ovšem není prioritně dimenzován na překročení jeho kapacity pouze jednou za 5 roků.

Dno objektů se navrhuje pokud možno v rovině, v případě, že je okolní plocha ve spádu, dno objektu je opatřeno nepropustnými hrázkami. Osázení objektů je voleno s ohledem na specifické podmínky, kterým bude vegetace vystavena, ale také s ohledem na vizuální působení v kontextu celého místa a na údržbu objektu.

Město Philadelphia ve svém manuálu „Green Streets Design Manual“⁸⁸ doporučují volit hloubku nadržené vody v objektu odvodňujícího ulice podle místních podmínek jako např. spádování okolních ploch, vzdálenosti mezi horní hranou nátoky a dna objektu, výšky hrany nátoky a horní hranou bezpečnostního přelivu nebo podle výběru vegetace. Obecně manuál doporučuje maximální výšku hladiny vody mezi 5-15 cm.

- Příklady, hodnocení přínosů

- **Vysazené chodníkové plochy**

⁸⁸ City of Philadelphia Green Streets Design Manual. In: *Philadelphia Water Department* [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2014 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf



Obrázek 50: Vysazená chodníková plocha. Zdroj: nuglu.com

Jednoduché opatření ke zpomalení srážkového odtoku ze zpevněných ploch. Nátok srážkové vody do objektu musí být zpevněn, například většími kameny nebo dlažbou, aby nedocházelo k nežádoucí erozi a odnosu nezpevněného materiálu z objektu, který může být osázen pestrou vegetací, která dokáže tolerovat výkyvy vlhkosti. Na fotografii je příklad nově založené vysazené chodníkové plochy, se stále ještě úplně nevyvinutým osázením a stromem. Příklad je ze severní Karolíny, města Union.

Tabulka 17: Přínosy, výhody a nevýhody vysazených chodníkových ploch

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ●	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Vhodné pro menší povodí
			Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
II	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posílení biodiverzity	
		Zatraktivnění městského prostoru	Náročnější údržba
	SÍDLA ● ● ● ○	Menší prostorové nároky	
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

- **Zvýšené záhony a květináče**



Obrázek 51: Zvýšený záhon. Zdroj: bluegreenbldg.org



Obrázek 52: Zvýšený záhon - varianta. Zdroj: bluegreenbldg.org

Zvýšené záhony a květináče představují objekty většinou menších rozměrů, které jsou instalovány pod dešťové svody u fasád objektů. Místo nátoky srážkové vody do objektu musí být řádně zpevněno, protože proud vody může působit velmi erozivně na materiál vyskládaný pod vyústěním žlabu. Záhony zpomalují srážkový odtok, předčišťují jej a dočasně zadržují určitý objem vody, který by za jiných okolností odtékal okamžitě, bez zpoždění do stoky. Osázení a ztvárnění květináčů může být velmi různorodé. Vyvýšené okraje objektu jsou často využívány jako lavice k sezení. Horní fotografie znázorňuje úpravu u fasády městské knihovny ve Walnut Creek v Kalifornii. Na spodní fotografii vidíme dodatečně instalovaný vyvýšený záhon u budovy střední školy v San Leandro v Kalifornii.

Tabulka 18: Přínosy, výhody a nevýhody zvýšených záhonů a květináčů

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ● ● ○	Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	Vhodné pro menší povodí
			Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ●	Podporuje evapotranspiraci	
	PŮDA ○		
II	FAUNA A FLÓRA ● ● ●	Posílení biodiverzity	
	SÍDLA ● ● ● ○	Zatraktivnění městského prostoru	Náročnější údržba
		Menší prostorové nároky	
III	VZDĚLÁNÍ ●		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ●		

Zdroj: Autor

4.2.2. Šedá opatření

4.2.2.1. Propustné zpevněné plochy

- Funkce a schéma

Jedná se o zpevněné plochy např. komunikací, chodníků, cyklostezek, parkovišť apod., které jsou uzpůsobeny nebo voleny tak, aby se srážková voda dopadající na jejich povrch v co největší míře vsakovala v místě dopadu do konstrukčních vrstev povrchu a dále do podloží. Propustné zpevněné plochy slouží především k zpomalení srážkového odtoku a snížení jeho objemu. V případech, kdy jsou k tomu konstrukční vrstvy povrchu uzpůsobeny, mohou zde probíhat také čistící procesy podobně jako například u rýh.

Propustné zpevněné povrchy můžeme rozdělit do dvou skupin⁸⁹:

- Povrchy z porézních materiálů

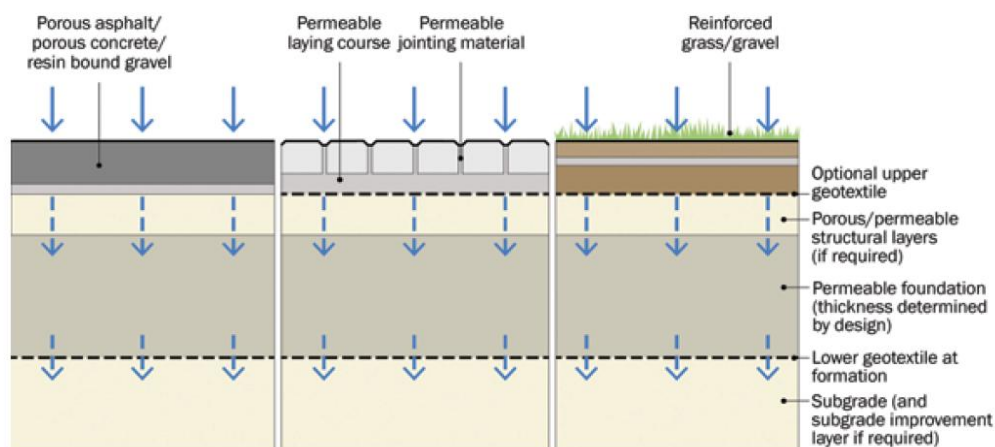
Materiál, ze kterého jsou povrchy vyrobeny, je pórovitý a umožňuje srážkovou vodu vsakovat celým svým povrchem. Jedná se například o šterkové trávníky, šterkové povrchy, vodopropustný beton a asfalt.

- Povrchy z nepropustných materiálů s dostatečně širokými spárami

Zpevněná plocha je tvořena nepropustným materiálem, ale způsob, jakým je položen umožňuje vsak vody, například širokými spárami nebo vynecháním prvků apod. Příkladem jsou dlažba z kamene, betonu, cihel apod.

⁸⁹ 20.1 General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 387 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

Při zavádění HDV na konkrétním místě by měla vždy panovat snaha veškeré nepropustné zpevněné povrchy vyměnit za jejich propustnou variantu, která umožňuje efektivně snižovat povrchový odtok srážkové vody⁹⁰.



Obrázek 53: Schéma propustných zpevněných ploch. Zdroj: The SuDS Manual

- Použití a jeho varianty

- **Propustné zpevněné plochy**

V SuDS manuálu⁹¹ jsou rozlišeny tři principy, jak hospodařit s dešťovou vodou ve vrstvách pod zpevněnou plochou:

- TYP A: Veškerá srážková voda přechází do konstrukční vrstvy pod zpevněným povrchem (rýha vyplněná mezerovitým materiálem), kde může být dočasně zadržena a odkud je vsakována do podloží. Závisí na přirozených vsakovacích podmínkách rostlého terénu, zda bude nutné systém napojit na přilehlý recipient nebo kanalizaci. Měl by zde být každopádně zajištěn bezpečnostní přeliv pro případ překročení kapacity objektu.
 - TYP B: Konstrukční řešení tohoto typu objektu je shodné s typem A, ale jedná se o případ, kdy v místě nejsou vhodné vsakovací podmínky rostlého terénu. Retenční vrstva (rýha) je doplněna

⁹⁰ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 15

⁹¹ 20.1.9 Systems of water management. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. *The SuDS Manual* [online]. London: Ciria, 2015, s. 392- 393 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

o drenáž, která přebytečnou vodu bezpečně odvádí do blízkého recipientu nebo kanalizace, aniž by došlo k poškození objektu.

- TYP C: V tomto případě nedochází k vsakování srážkové vody do podloží, objekt je obalen hydroizolací a srážková voda je drenáží odvedena z objektu do recipientu, kanalizace nebo je akumulována k dalšímu využití. Tento systém se využívá v případě, že bylo hydrogeologickým průzkumem prokázáno nepropustné nebo nestabilní podloží, hladina podzemní vody je vysoko anebo je srážková voda znečištěna.

Propustné zpevněné plochy mají široké spektrum použití a variant.

Dlažba s širokými spárami

Nejběžněji se setkáme s dlažbou (betonová, kamenná, cihlová), která je kladena tak, aby mezi jednotlivými bloky vznikly dostatečně široké spáry, kterými může vsakovat voda. Její použití je běžné u chodníků, vjezdů, parkovišť a komunikací.

Propustný asfalt a beton

Propustný asfalt a beton se liší od jejich nepropustných variant tím, že se do jejich směsí dávají v menší míře jemné částice, proto jsou daleko pórovitější a prostupné pro vodu. Použití těchto materiálů je běžné u parkovišť, vjezdů, komunikací s menším dopravním zatížením, hřišť a školních dvorů.

Štěrkový trávník a zatravnňovací tvárnice

Zesílené zatravněné plochy se používají u méně anebo sezónně zatěžovaných ploch, protože trávník musí mít dostatečný čas na zotavení a obnovu. Použití na stezky, zpevněné plochy u škol a podobných zařízení, méně vytižená parkoviště a vjezdy. Není vhodné povrch neúměrně zatěžovat, neboť by mohlo dojít k jeho zhutnění, což by vedlo k poškození trávníku a jeho vsakovacích schopností. Na výsev se musí volit odolné travní směsi vhodně zvolené pro místní podmínky.

Kamenný koberec

Jedná se o porézní povrch, který je směsí přírodního kameniva a speciální pryskyřice.

- Koncepční návrh

Při navrhování, s ohledem k zásadám přírodě blízkého způsobu odvodnění, by měla převažovat snaha, využívat v co nejvyšší míře nezpevněné, vodě propustné povrchy.⁹² Zpevněné plochy bychom se měli snažit volit z takových materiálů, které jsou z propustných, popřípadě polopropustných materiálů, které účinně zpomalují povrchový odtok srážkových vod.

- Příklady, hodnocení přínosů
 - Propustné zpevněné plochy



Obrázek 54: Dlažba s širokými spárami. Zdroj: paversearch.com



Obrázek 55: Propustný asfalt. Zdroj: pavementinteractive.org

⁹² TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 15

Horní fotografie znázorňuje použití dlažby s širokými spárami vysypanými jemným štěrkem na ploše parkoviště. Alternativou může být vodopropustný asfalt. Výměna zpevněných nepropustných povrchů za polopropustné je možná u ploch, které nejsou silně zatíženy dopravou a nejsou pojížděny těžkými vozidly.



Obrázek 56: Štěrkový trávník. Zdroj: agrostis.cz



Obrázek 57: Zatravnňovací dlažba. Zdroj: st.hzcdn.com

Dalším příkladem polopropustných zpevněných ploch je štěrkový trávník, který je zachycen na horní fotografii. Jeho výhodou je vyšší odolnost a propustnost, proto je využíván například u méně zatěžovaných parkovacích stání nebo komunikací. Jeho únosnost je dána počtem a mocnostmi nosných vegetačních vrstev. Alternativou mohou být různé varianty zatravnňovacích dlažeb. Jednu z nich vidíme na spodním obrázku. Zatravnňovací dlažba se nejčastěji používá pro příjezdové cesty k objektům, pro parkovací stání a parkoviště, někdy pro méně frekventované chodníky.

Tabulka 19: Přínosy, výhody a nevýhody propustných zpevněných ploch

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ○ ○ ●		Vhodné pro menší povodí
			Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ○		
	PŮDA ●	Zvyšuje půdní vlhkost	
	FAUNA A FLÓRA ○ ○ ○		
II	SÍDLA ● ○ ○ ●	Menší prostorové nároky	
III	VZDĚLÁNÍ ○		
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ○		

Zdroj: Autor

4.2.2.2. Odpojení objektů od systému kanalizace, povrchový žlábek

- Funkce

Dešťové svody jsou zmiňovány v kategorii sekundárních opatření v rámci odpojování objektů od systému kanalizace a jejímu odlehčení od hydraulického zatížení při přívalových srážkách. Filosofie přírodě blízkého odvodnění je založena na napodobování přirozených procesů, proto je důležitá snaha, přivádět vodu do objektů HDV po povrchu. Dešťové svody, ať už vnitřní nebo fasádní, jsou ukončeny těsně nad terénem a napojeny na povrchový žlábek, který srážku přivádí do primárního objektu, většinou průlehu, retenční dešťové nádrže nebo umělého mokřadu.

Odpojování objektů od systému kanalizace je v západních zemích iniciováno především zpoplatněním odváděné srážkové vody do stoky^{1.4.1}. V České republice se za srážkovou vodu platí v podobě tzv. stočného, které podle zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu mohou vybírat vlastníci či provozovatel jednotné kanalizace od majitele napojených nemovitostí a odvodňovaných ploch. V současné době ovšem tentýž zákon v §20, odst. 6 definuje plochy, které jsou od poplatků osvobozeny. Jedná se o plochy silnic a dálnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a domácnosti. Z této skutečnosti plyne povinnost platit za odvod srážkových vod z nemovitostí a ploch, které jsou ve vlastnictví měst a obcí.

- Použití a jeho varianty

- Odpojení objektů od systému kanalizace**

Odpojit od kanalizace lze v podstatě jakoukoliv nemovitost nebo plochu, pokud to dovoluje její konstrukční řešení, tzn. především umístění dešťových

svodů. Svody a žlábků mohou působit jako prvky s ambicí stát se výraznou skulpturou. Je velmi důležité navrhovat objekty s citem k charakteru místa a odvodňovaných objektů, aby se nestaly rušivým elementem, který rozbije křehkou rovnováhu mezi funkčností a estetikou.

- **Povrchový žlábek**

Žlábků lze navrhovat z různých materiálů (kámen, cihla, betonová dlažba, plech, šterk, apod.) a tvarů. Nejvhodnější tvar z pohledu vodohospodářského je průřez tvaru půlkruhové výseče, která se nejméně zanáší sedimenty, ovšem žlábků mohou mít také tvary jiné. Plochy, které jsou přímo namáhány proudem vody prýstící ze svodů, musí být opevněny a zabezpečeny proti erozi. Tyto detaily jsou často rozhodující jak pro správnou funkci systému, tak pro jeho vizuální působení.

- **Koncepční návrh**

Objekty lze od kanalizace odpojit úplně nebo v případě nevhodných vsakovacích podmínek jen částečně. Výhodou při odpojení střešních ploch je skutečnost, že srážkové vody jsou jen minimálně znečištěny (Tabulka B1 a C1)⁹³ a lze je tedy vsakovat s minimálními náklady na jejich předčištění a pomocí různých opatření s různým stupněm čistící schopnosti.

Při úplném odpojení je srážková voda po předčištění v jednom z primárních objektů (průleh, rýha, poldr apod.) odváděna do recipientu, který není napojen na stokový systém, tzn. například do povrchových nebo podzemních vod. Při částečném odpojení je vsakovací objekt napojen na kanalizaci prostřednictvím regulovaného odtoku a bezpečnostního přelivu.

⁹³ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, s. 33 - 34

- Příklady, hodnocení přínosů
 - Odpojení objektů od systému kanalizace



Obrázek 58(vlevo): Odpojení dešťového svodu od kanalizace. Zdroj: landperspectives.files.wordpress.com

Obrázek 59(vpravo): Odpojení dešťového svodu od kanalizace. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.



Obrázek 60: Odpojení dešťového svodu od kanalizace - varianta. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Odpojení dešťových svodů lze realizovat ve spojení s instalací vyvýšených záhonů a květináčů nebo pouze zpevnit nátokovou plochu a srážkovou vodu odvést žlábkem dál od objektu do primárního objektu HDV, kde se voda předčistí, zadrží, vsákne anebo řízeně odpouští do kanalizace. Nárazníková opevněná plocha pod svodem může být ztvárněna čistě jako technický objekt anebo drobný umělecký prvek. Fotografie nahoře vlevo zachycuje odpojený svod u budovy River East Centre v americkém Portlandu. Na pravé fotografii je opevnění pod svodem u domu v obytné čtvrti v Dortmundu. Spodní fotografie zachycuje převedení dešťového svodu pomocí jednoduché příhradové konstrukce do místa, ze kterého může být srážková voda gravitačně odvedena do přírodní retenční nádrže. Tento příklad je také z Dortmundu.

- Povrchové žlábký



Obrázek 61(vlevo): Povrchový žlábek v komunikaci. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Obrázek 62(vpravo): Povrchový žlábek podél chodníku. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.



Obrázek 63(vlevo): Povrchový žlábek ve zpevněné ploše. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Obrázek 64(vpravo): Povrchový žlábek v trávě. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Na čtyřech předchozích obrázcích můžeme vidět různý způsob ztvárnění a použití povrchových žlábků. První fotografie zobrazuje povrchový žlábek vyskládaný z kamenných kostek, kterým se povrchově svádí srážková voda ze silnice. Příklad je ze Stuttgartu. Na druhé fotografii je výrazně tvarovaný kamenný žlábek, který je vnímán jako nápadný estetický prvek ovlivňující působení celého předprostoru obytného domu. Žlábek je jednotícím prvkem pro celou čtvrť a odvádí srážkovou vodu z přilehlých chodníků do přírodní retenční nádrže. Fotografie byla pořízena v obytné čtvrti v Dortmundu. Třetí fotografie je pořízena v obytné čtvrti Ostfildern u města Stuttgart, kde vidíme poměrně široký a mělký žlábek, který lze jednoduše překročit nebo přejet na kole nebo překonat dětským kočárkem. Poslední fotografie z Ulmu zachycuje kamenný žlábek v zatravněné ploše.

Tabulka 20: Přínosy, výhody a nevýhody odpojení objektů od systému kanalizace

	PŘÍNOSY	VÝHODY	NEVÝHODY
I	VODA ○ ○ ○		Neodstraní silné znečištění
	VZDUCH ○		
	PŮDA ○		
	FAUNA A FLÓRA ○ ○ ○		
II	SÍDLA ○ ● ○ ○	Menší prostorové nároky	Konstrukční systém odpojovaného objektu
III	VZDĚLÁNÍ ●	Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení působení krajinných prvků na vodní režim	
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE ○		
	HOSPODÁŘSTVÍ ●	Finanční motivace	

Zdroj: Autor

4.3. Ověření použití metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur

4.3.1. Obnova Jiráskova náměstí a klášterní zahrady v Plzni

Architektonicko-urbanistická soutěž, Cena nadace Proměny 2016

Autoři návrhu: Ing. Jiří Vítek

Ing. arch. Miloš Klement

Ing. Jana Pyšková

Ing. Petr Förchtgott

Ing. Rostislav Košťál

Ing. arch. Michaela Vacková

Ing. Radim Vítek, MSc.

Spolupracující osoby: Ing. arch. Stanislav Šimoníček

Ing. arch. Miloš Zimula

Soutěžní podmínky:⁹⁴

- **Předmět soutěže:**

Předmětem soutěže je návrh kompletní revitalizace historického centra plzeňských čtvrtí Petrohrad a Slovany - Jiráskova náměstí (dále také jako „náměstí“) včetně veřejnosti nově zpřístupňovaných areálů – zahrady kláštera (dále také jako „klášterní zahrada“) a areálu TJ Sokol.

- **Soutěžní zadání:**

Cílem projektu je celková revitalizace Jiráskova náměstí a jeho přeměna na oblíbené místo sloužící pro pasivní i aktivní odpočinek všech generací. Řešení úprav náměstí musí respektovat historický kontext centra plzeňské čtvrti Slovany (viz kap. 3. těchto soutěžních podmínek), odpovídat potřebám dnešních uživatelů (viz kap. 5. těchto soutěžních podmínek) a zohlednit požadavek na dlouhodobou udržitelnost včetně adaptace na klimatické změny.

⁹⁴ Text v šedém rámečku je citací textu ze soutěžního zadání - Obnova Jiráskova náměstí a klášterní zahrady v Plzni

Záměrem projektu je:

- Celková kultivace a oživení Jiráskova náměstí jako přirozeného centra čtvrti včetně řešení navazujících prostranství ve vymezeném zájmovém území s ohledem na urbanistickou strukturu čtvrti a stávající genius loci.
- Zlepšení funkčního využití Jiráskova náměstí, které by mělo odpovídat způsobu užívání různých skupin uživatelů a typologii jednotlivých částí území.
- Vytvoření podmínek pro setkávání a trávení volného času s respektem k požadavkům místní veřejnosti, navrácení společenského života do území a propojení doposud izolovaných skupin uživatelů.
- Zajištění lepší pěší prostupnosti území včetně odpovídajícího dopravního řešení, které by mělo přispět jak ke zklidnění zájmového území, tak ke zlepšení čitelnosti, přehlednosti a využitelnosti jednotlivých částí prostranství.
- Uplatnění kvalitního a sdělného krajinářského řešení, které bude využívat principy zelené infrastruktury (Green Infrastructure) a odpovídat kontextu a charakteru místa.
- Zajištění chybějící vybavenosti v návaznosti na požadavky a podněty místní veřejnosti.
- Nové zpřístupnění klášterní zahrady pro veřejnost se zachováním soukromé části pro klášter dominikánů a pro výuku Masarykovy školy.
- Uplatnění inovativního a příkladného dlouhodobě udržitelného celkového řešení, které zohlední nejen finanční možnosti údržby města, ale také současné globální environmentální problémy (např. potřebu adaptačních opatření na klimatickou změnu, nutnost zvyšování povědomí o významu a ohrožení půdy apod.). Vítána je propracovaná koncepce hospodaření s dešťovou vodou a v případě klášterní zahrady vytvoření podmínek pro realizaci vzdělávacího

Definice zájmového území:



Obrázek 65: Situace zájmového území. Zdroj: Nadace Proměny

Ze strany našeho týmu byla tato soutěž jedinečnou příležitostí vyzkoušet si mezioborovou spolupráci a důsledně aplikovat přírodě blízký způsob odvodnění v historickém centru plzeňských čtvrtí Petrohrad a Slovany, což je z pohledu aplikace HDV velkou výzvou.

Text z průvodní zprávy soutěžního návrhu:⁹⁵

- **Filosofie celkového návrhu:**

Hlavní motto návrhu je „Cesta vody“ - jako symbol života - cesta, která poběží celým Jiráskovým náměstím.

V koncepci návrhu je prostor náměstí rozdělen na části podle funkcí, které již má nebo které chceme zdůraznit či nově vytvořit. Symbolem každé části je idea (polis, spiritus, ludus, natura a soutok čtyř řek jako symbol Plzně), která jasně určuje uspořádání a funkce prostoru.

- **Urbanistická koncepce:**

POLIS - Prostor před kostelem Panny Marie Růžencové a klášteřem dominikánů je těžištěm nejenom celého náměstí, ale i přilehlé městské čtvrti. V proměnách dne i celého roku bude sloužit různým aktivitám - mládeži na kolečkových bruslích a skateboardech, koncertům, či tanečním zábavám. Budou zde výroční trhy a místní hody, na vánoce zde bude osazen vánoční strom, pódium pro adventní produkce a stánky s vánočním zbožím. Prostor před kostelem bude sloužit pro církevní obřady - svatby, pohřby a poutě. Prostor náměstí má zásadní význam pro historickou a společenskou kontinuitu okolní městské čtvrti.

NATURA - Park mezi stromy s travnatými plochami je odpočinkovým prostorem města. Bude sloužit nejenom pro dětská hřiště, ale relaxaci na trávníku a také pro drobné amatérské hudební a divadelní produkce a performance. Malý amfiteátr bude místem básníků a pouličních hudebníků a také místem vernisáží a výstav umělců.

LUDUS - Návrh klášterní zahrady hledá jednotu v rozporuplných požadavcích na její využití. Musí naplnit požadavky školy a skautů - umístění školní zahrádky a sportovního hřiště, zároveň sloužit pro různá společenská a kulturní setkání obyvatel a v neposlední řadě být kontemplativním a duchovním prostorem v doteku kostela a kláštera dominikánů.

Jako ústřední motiv je navržen tzv. „zelený ambit“, či „agora“ rámuující obdélný prostor, který bude mít v průběhu dne různá využití. Přes všední den to bude převážně prostor pro sport jak pro skauty, tak i pro místní obyvatele. Večer se promění v místo kulturních a společenských aktivit - koncerty, divadla, výstavy pod širým nebem. Okolní zahrada bude

⁹⁵ Text byl součástí průvodní zprávy k soutěžnímu návrhu Obnova Jiráskova náměstí a klášterní zahrady v Plzni

parkem s ovocnými stromy, do kterého budou včleněny drobné komorní prostory obohacené vodními prvky.

SOUTOK ČTYŘ ŘEK - Bývalá trolejbusová točna. Uzavírající polygon náměstí, bývalá trolejbusová točna, bude sloužit pro mnohostranná společenská setkání. Jsou zde umístěny symbolické odkazy na město Plzeň. Historický trolejbus odkazuje nejenom na zdejší trolejbusovou točnu, ale hlavně na tradici strojní výroby Škody Plzeň. Čtyři vodoteče, meandrující skrze prostor jako širokou krajinou, jsou symbolickým vyjádřením čtyř řek, které se setkávají v Plzni. Budou k nim osazeny čtyři sochy - alegorie řek Mže, Radbuzy, Úhlavy a Úslavy. Trolejbus s přívěsem bude nejenom muzeálním artefaktem, ale především kavárnou a občerstvením. V přívěsu bude instalováno pohotovostní WC. Mlatové povrchy mezi vodotečemi budou také sloužit pro hru v Pétanque.

Koncepce vodohospodářského řešení:

Na celém řešeném území jsou důsledně aplikovány principy hospodaření s dešťovou vodou:

- srážkoodtokový děj bude mít charakter takový, jako by na místě kostela, kláštera a všech zpevněných ploch stál les.
- sklon a výškové uspořádání všech řešených komunikací a zpevněných ploch je navrženo tak, aby voda nejkratší cestou stékala do objektů lokálních retencí.
- jakmile odteče přívalový déšť ze zpevněných povrchů do průlehů, bude voda zadržována, předčišťována, vsakována a vypařována obdobně, jako se tomu děje v přirozeném koloběhu vody v přírodě.
- objekty lokální retence jsou řešeny způsobem blízkým přírodě, tzn., voda natéká na zatravněný půdní filtr, vsakuje se do něj, dotuje částečně podzemí a prostřednictvím trávy, okrasné květeny a stromů se transpirací dostává do ovzduší, čímž ochlazuje teplý vzduch mezi domy.

Návrh - celková perspektiva z nadhledu:



Obrázek 66: Perspektiva z nadhledu. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

4.3.1.1. Rozbor navrženého způsobu odvodnění soutěžního návrhu

Hospodaření s dešťovými vodami pro celé území je navrženo tak, aby jeho objekty byly plnohodnotnou součástí nového decentrálního systému odvodnění a zároveň přispěly k vyjádření hodnot a funkcí, které mají jednotlivé prostory naplňovat.

Celé území je rozděleno do tří povodí, ze kterých bude odtékat do jednotné kanalizace regulované množství srážkových vod (voda, která se nevsákne, nevyužije anebo voda z bezpečnostních přelivů systému). Celková plocha řešeného povodí je 2,5 ha a regulované množství srážkových vod činí 9 l/s. Toto množství nebude překročeno častěji než 1x za 5 roků. V současné době se provozovaný systém odvodnění musí vypořádat s návrhovým přítokem dvouleté periodicity kolem 170 l/s. Z těchto údajů vyplývá, že stávající kanalizační systém je zatěžován 2,5 x častěji 19 x větším přítokem. Sklepy objektů v okolí Jiráskova náměstí bývají při vydatnějších srážkách vyplaveny, protože stávající kanalizační systém je nekapacitní. Zavedením HDV se výrazně zvýší prevence proti záplavám.

Členění území na tři povodí:

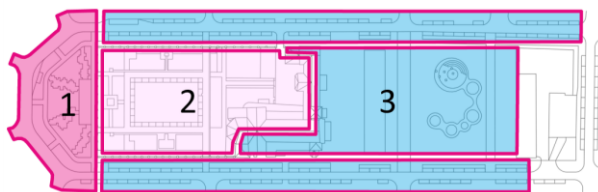
Povodí 1: Prostor bývalé točny trolejbusů

Povodí 2: Klášterní zahrada

Povodí 3: Předprostor kláštera

Podélné ulice

Park



Obrázek 67 : Rozdělení území na povodí. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Návrh odvodnění povodí 1

Prostor bývalé točny trolejbusů - Soutok čtyř řek



Obrázek 68: Vizualizace bývalé točny trolejbusů. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Prostor bývalé točny trolejbusu je místem setkání s ústředním motivem kavárny, jako reminiscencí původní funkce prostoru. Převážně mlatová plocha je z jedné strany omezena historickou klášterní zdí a vnější okraj polygonu je ohraničen pásmem vegetace s šesti stromy.

Symbolem Plzně a počátkem cesty vody jsou čtyři meandrující ramena řek - Úhlavy, Úslavy, Mže a Radbuzy.

Odvodnění bývalé točny:

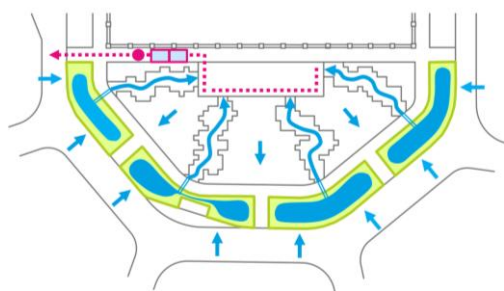
Odvodnění bývalé točny je navrženo způsobem, který kombinuje primární a sekundární objekty, s cílem přinést místu nejen spolehlivý systém odvodnění, ale také vytvořit místo, které přináší svým uživatelům radost z proudící vody.

Primárními objekty jsou široké a mělké průlehy, které jsou umístěny na vnějším okraji závěrového polygonu náměstí. Systém funguje ve dvojím režimu, za deště a v bezdeštném období. Do průlehů za deště natéká povrchově voda z přilehlých komunikací a chodníků. Zde je srážka dočasně zachycena a předčištěna. Z průlehů voda přechází do sekundárních objektů meandrů čtyř řek, které přivádějí vodu do retenční nádrže. Retenční nádrž má dva vymezené prostory. Po naplnění první komory se začíná plnit komora druhá, ze které je voda regulovaně vypouštěna do jednotné kanalizace. V případě překročení akumulační kapacity druhé komory, dešťová voda přepadá do stávající jednotné kanalizace.

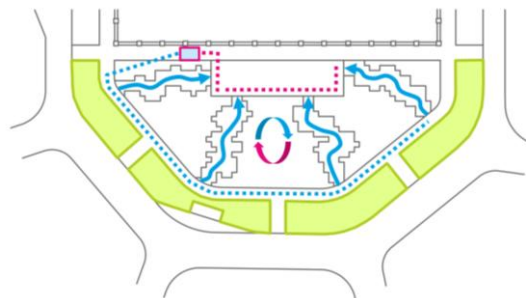
Po většinu roku systém funguje s využitím nuceného oběhu vody, kdy s pomocí čerpadla zadržaná srážková voda z retenční nádrže protéká umělými koryty řek a oživuje prostor bývalé točny. Za deště se čerpadlo automaticky vypne a řeky slouží k přivádění vody z průlehů do retenční nádrže a také částečně k retenci vody.

Schéma systému za deště:

Schéma systému za bezdeštného období:



Obrázek 69(vlevo): Schéma systému za deště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.



Obrázek 70(vpravo): Schéma systému za bezdeštného období. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Primární objekty systému:

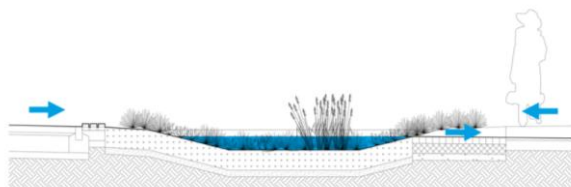
- Průlehy - bioretenční objekty

Primárními objekty jsou bioretenční průlehy, které jsou osázeny travobylinným společenstvem s pestřejší skladbou tolerující kolísavou vlhkost. Součástí objektu jsou také břestovce (*celtis occidentalis*), které jsou navrženy po třech kusech z obou stran polygonu.

Nadzemní část objektů má dostatečnou retenční kapacitu. V případě, že by byla hydrogeologickým průzkumem prokázána možnost vsakovat srážkovou vodu do podloží, bylo by využito této možnosti jako jedné z priorit.

Srážková voda natéká z komunikace do objektu přes pás, který je tvořen třemi řadami vyvýšených žulových kostek s mezerami. Pás slouží k zachycení hrubších nečistot a k vymezení vnější hrany objektu. Srážková voda nastoupá na svou maximální hladinu, která je dána přelivnou hranou nátoky do říčních koryt.

Příčný řez:



Obrázek 71(vlevo): Příčný řez. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Půdorys:



Obrázek 72(vpravo): Půdorys. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Přínosy objektů v jednotlivých oblastech:

Voda - Ochrana kvality povrchových a podzemních vod proti znečištění ze srážkového odtoku, podpora přirozeného vodního cyklu a dotace zásob podzemní vody v případě možnosti vsaku.

Vzduch - Zlepšení kvality ovzduší

Půda - Zvýšení půdní vlhkosti

Fauna a flóra - Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva, posílení biodiverzity, propojení stanovišť a ekosystémů

Sídla - Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi, zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace, posílení měst v adaptaci na změnu klimatu, zpříjemnění klimatu městského prostoru.

Vzdělání - Posílení povědomí obyvatel o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby

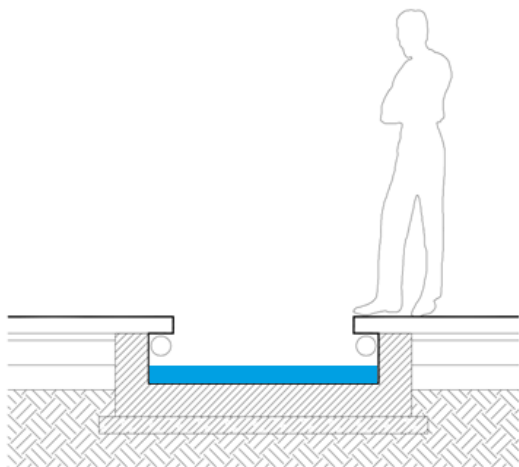
Sekundární objekty:

- Žlaby

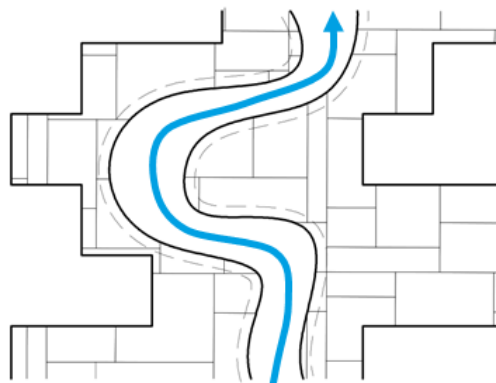
Žlaby představující meandrující plzeňské řeky jsou mělké a lehce překročitelné objekty, které slouží jednak v kombinaci s primárními objekty k přivádění srážkové vody do retenční nádrže, ale také jako estetické prvky oživující prostor bývalé točny. V parném létu si člověk může v žlabu smočit nohy, děti si mohou hrát s vodou, pouštět loďky apod.

Žlaby jsou vyřezány z žulové plzeňské desky, která je typickým a historickým prvkem používaným na dláždění chodníků. Žlaby jsou na několika místech ze spodní hrany osvětleny. Večerní venkovní posezení u kavárny tak nabídne další umocněný zážitek z tekoucí vody.

Příčný řez:



Půdorys:



Obrázek 73(vlevo): Příčný řez. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Obrázek 74(vpravo): Půdorys. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Přínosy objektů v jednotlivých oblastech:

Voda - Podpora přirozeného vodního cyklu a přirozených vodních režimů vodních ploch

Sídla - Zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace se zastavěnými plochami

Vzdělání - Posílení povědomí uživatelů točny o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby.

Cestovní ruch a rekreace - Zatraktivnění městského prostoru vhodným začleněním opatření HDV může pomoci přilákat do místa návštěvníky.

Hospodářství - Zatraktivnění a oživení prostoru může přinést další investice do jeho rozvoje.

Tabulka 21: Hodnocení přínosů opatření v prostoru bývalé trolejbusové točny

	PRVEK	PRIMÁRNÍ OBJEKTY	SEKUNDÁRNÍ OBJEKTY	CELÝ SYSTÉM
I	VODA	● ● ●	○ ● ○	● ● ●
	VZDUCH	●	○	●
	PŮDA	●	○	●
	FAUNA A FLÓRA	● ● ●	○ ○ ○	● ● ●
II	SÍDLA	● ● ● ●	○ ● ○ ○	● ● ● ●
III	VZDĚLÁNÍ	●	●	●
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE	○	●	●
	HOSPODÁŘSTVÍ	○	●	●

Zdroj: Autor

Návrh odvodnění povodí 2

Klášterní zahrada - Ludus



Obrázek 75: Vizualizace klášterní zahrady. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Klášterní zahrada je místem, které v sobě spojuje několik zcela rozdílných funkcí. Je to dáno složitým historickým vývojem, kterým si prošla. Pro návrh bylo důležité zahradě ponechat jejího původního ducha. Vytvořit místo vhodné k rozjímání, odpočinku s centrálním prostorem - ambitem. Racionální linie žlabů v návrhu reprezentují vodu jako element klidu, rozjímání, soustředění.

Odvodnění zahrady:

Odvodnění zahrady funguje na podobném principu jako odvodnění točny. Žlaby plní jak funkci vodohospodářskou, tak čistě estetickou. Za deště je do nich gravitačně sváděna voda z okolních zpevněných ploch a srážková voda plní dvoukomorové retenční nádrž. Do

nádrže jsou svedeny také vody z vnitřních střech kláštera a kostela. V případě naplnění první komory voda přepadá do komory druhé. Při překročení kapacity obou komor srážková voda přepadá do stávající jednotné kanalizace. Za bezdeštného období je voda čerpadlem hnána do prameníků a cirkuluje zahradou. V případě potřeby je srážková voda doplňována vodou z klášterní studny.

Schéma systému za deště:

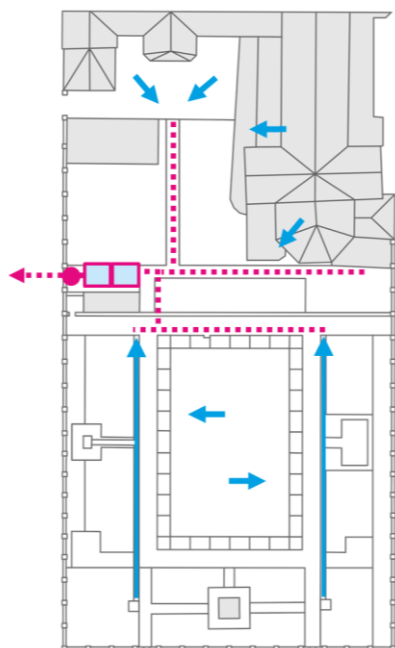
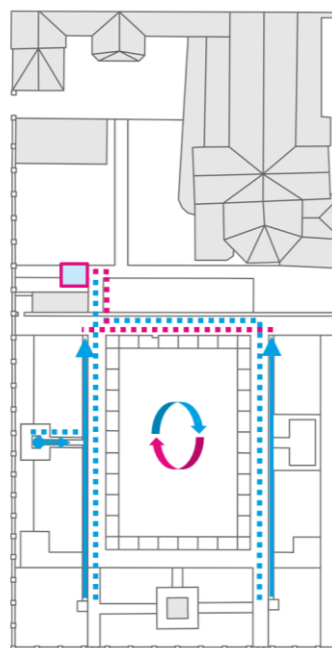


Schéma systému za bezdeštného období:



Obrázek 76(vlevo): Schéma systému za deště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

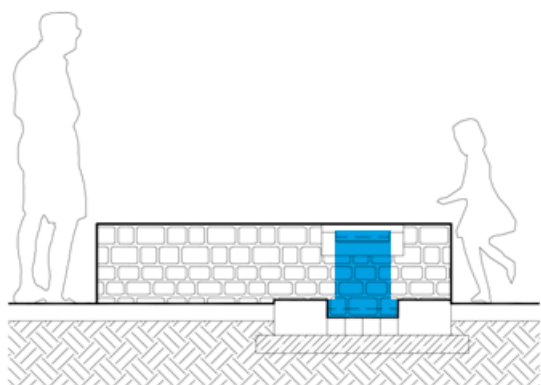
Obrázek 77(vpravo): Schéma systému za bezdeštného období. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Sekundární objekty systému:

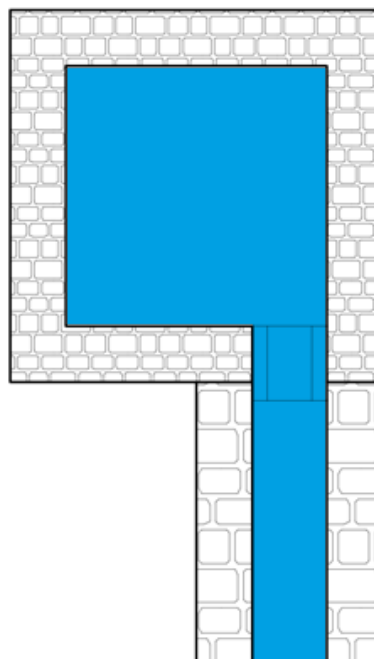
- Žlaby a prameníky

Kamenné mělké žlaby lemují mlatové chodníky. Šířka a hloubka žlabu je volena tak, aby žlaby nepůsobily jako překážka. V místě křížení žlabu a chodníku jsou položeny příčné kamenné prahy. Prameníky, ze kterých voda vyvěrá jsou navrženy jako jednoduché kamenné kvádry. Voda v zahradě je využívána jednak jako estetický prvek, který zesiluje působení prostoru a jeho náladu, ale také pro zalévání záhonů a za deště je systém využíván k bezpečnému odvedení srážky z prostoru zahrady.

Příčný řez:



Půdorys:



Obrázek 78(vlevo): Příčný řez. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Obrázek 79(vpravo): Půdorys. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Přínosy objektů v jednotlivých oblastech:

- Voda** - Podpora přirozeného vodního cyklu a přirozených vodních režimů vodních ploch
- Sídla** - Zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace se zastavěnými plochami
- Vzdělání** - Posílení povědomí uživatelů točny o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby.
- Cestovní ruch a rekreace** - Zatraktivnění městského prostoru vhodným začleněním opatření HDV může pomoci přilákat do místa návštěvníky.

Tabulka 22: Hodnocení přínosů opatření v prostoru klášterní zahrady

	PRVEK	PRIMÁRNÍ OBJEKTY	SEKUNDÁRNÍ OBJEKTY	CELÝ SYSTÉM
I	VODA		○ ● ○	○ ● ○
	VZDUCH		○	○
	PŮDA		○	○
	FAUNA A FLÓRA		○ ○ ○	○ ○ ○
II	SÍDLA		○ ● ○ ○	○ ● ○ ○
III	VZDĚLÁNÍ		●	●
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE		●	●
	HOSPODÁŘSTVÍ		○	○

Zdroj: Autor

Návrh odvodnění povodí 3

Předprostor kláštera - Polis

Podélné ulice



Obrázek 80: Vizualizace předprostoru kláštera. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Prostor před klášterem dominikánů a kostelem Panny Marie Růžencové je v současné době nereprezentativní a nepůsobí jako předprostor v pravém slova smyslu, neboť jej tvoří průjezdná komunikace s odstavenými automobily. Náš návrh proto část parku přiléhajícího ke klášteru přemění na dlážděnou plochu, která je vymezena ze všech stran stávajícími vzrostlými jírovci. Vznikne tak polyfunkční prostor, který slouží ke shromažďování lidí mířících do nebo z kostela při slavnostních příležitostech nebo mších. Mohou se zde konat trhy, slavnosti či jiné události.

Výměna nezpevněného povrchu parku za dlažbu zároveň představuje výzvu vzhledem ke zhoršeným odtokovým podmínkám. I přes tuto skutečnost jsme schopni zajistit s využitím opatření systému HDV několikanásobně nižší přítok srážkových vod do systému stávající jednotné kanalizace z povodí č. 3.

Park - Natura



Obrázek 81: Vizualizace parku. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Druhou část předprostoru kláštera ponecháváme v návrhu jako odpočinkový park. Jeho součástí je kromě hřišť pro děti také malý amfiteátr, který plní jednak funkci společenskou (mohou se zde organizovat divadelní představení, nebo se zde mohou během scházet lidé), ale také za deště funguje jako retenční nádrž, do které jsou zaústěny vody z podélných ulic náměstí, předprostoru kláštera a okolních zpevněných ploch.

Odvodnění předprostoru kláštera, podélných ulic a parku:

Relativně velké povodí je rozděleno na dvě funkční části:

1. podélné ulice
2. předprostor kláštera spolu s parkem

Společným recipientem je retenční nádrž. Srážkové vody z podélných ulic jsou povrchově sváděny do průlehlů s kolmými stěnami, které lemují vozovku. V průlezích jsou vody předčištěny a je zpožděn jejich odtok před zaústěním srážky do retenční nádrže. Vody ze zpevněných ploch předprostoru kláštera jsou sváděny povrchově přes pás štěrkového trávníku přímo do retenční nádrže. Z nádrže je dešťová voda regulovaně odváděna do stávající jednotné kanalizace. Voda je viditelná pouze během a krátce po ukončení srážkové události,

kdy je možné sledovat, jak se systém postupně plní a opět prázdní. Po většinu roku jsou objekty suché a působí spíš jako záhony nebo přírodní amfiteátr.

Schéma systému za deště:

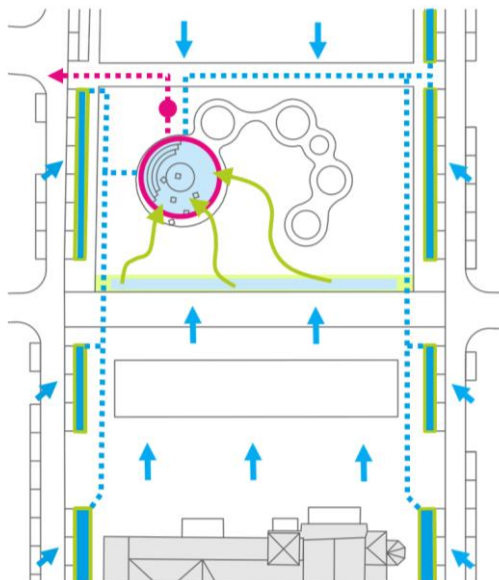
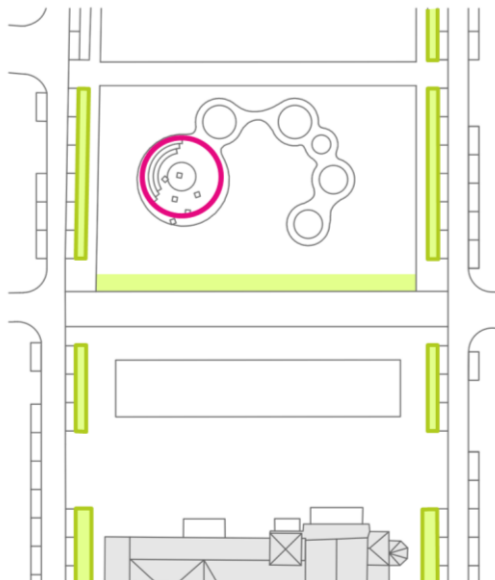


Schéma systému za bezdeštného období:



Obrázek 82(vlevo): Schéma systému za deště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Obrázek 83(vpravo): Schéma systému za bezdeštného období. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

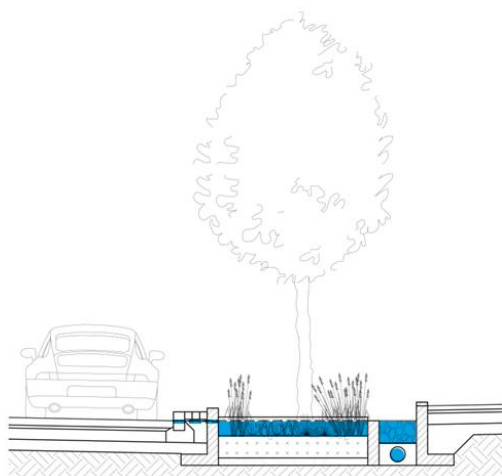
Primární objekty systému:

- Průlehy s kolmými stěnami

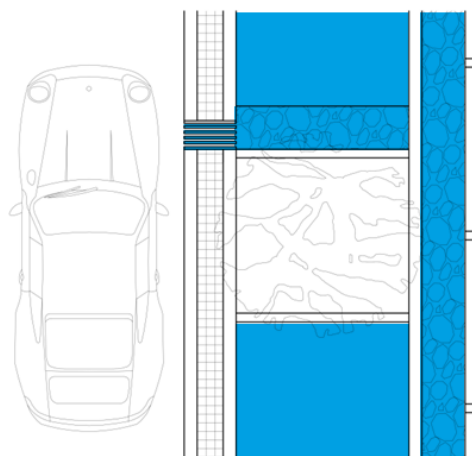
Jedná se o průlehy, které jsou osázeny travobylinným společenstvem tolerujícím kolísavou vlhkost. Součástí objektů jsou také nově vysázené javory babyky (*acer campestre* „elsrijk“), které vytváří aleje podél komunikací. Bal stromů je oddělen od průlehu přepážkami, které je chrání před „utopením“. Srážková voda je v objektech jednak předčištěna průchodem přes vegetaci a ornici průlehu, ale také dočasně zadržena v retenčním prostoru. V případě, že je naplněna retenční kapacita průlehu, voda přepadá do průběžného příkopu vyplněného šterkem a odtud je pomocí drenážního potrubí svedena do retenční nádrže.

V rámci celého systému průlehy předčišťují a zpožďují nátok vody do retenční nádrže, která se plní nejdříve vodou ze zpevněných ploch předprostoru kláštera.

Příčný řez:



Půdorys:



Obrázek 84(vlevo): Příčný řez. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

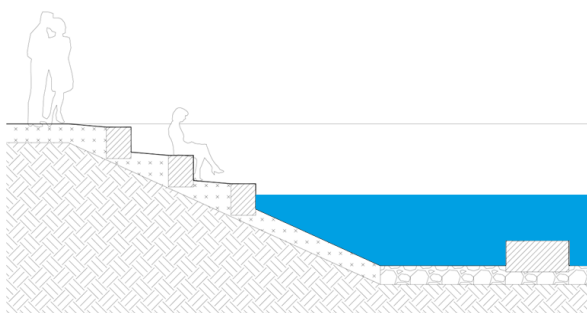
Obrázek 85(vpravo): Půdorys. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

- Suchá retenční dešťová nádrž

Za deště se nádrž postupně plní jednak vodami z okolních zpevněných a nezpevněných ploch, ale postupně také zpožděným přítokem z průlehů odvodňujících podélné ulice.

Amfiteátr se dočasně stává vodní atrakcí. Během několika hodin po odeznění srážkové události se postupně prázdní a voda z nádrže je regulovaně vypouštěna do stávající jednotné kanalizace. Za bezdeštného počasí běžný návštěvník parku nepozná, že se jedná o vodohospodářský objekt a bude si užívat ostatní funkce, které mu amfiteátr nabízí.

Příčný řez:



Obrázek 86: Příčný řez. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Přínosy objektů v jednotlivých oblastech:

Voda - Ochrana kvality povrchových a podzemních vod proti znečištění ze srážkového odtoku, podpora přirozeného vodního cyklu a dotace zásob podzemní vody v případě možnosti vsaku.

Vzduch - Zlepšení kvality ovzduší

Půda - Zvýšení půdní vlhkosti

Fauna a flóra - Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva, posílení biodiverzity, propojení stanovišť a ekosystémů

Sídla - Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi, zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace, posílení měst v adaptaci na změnu klimatu, zpříjemnění klimatu městského prostoru.

Vzdělání - Posílení povědomí obyvatel o přínosech HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby

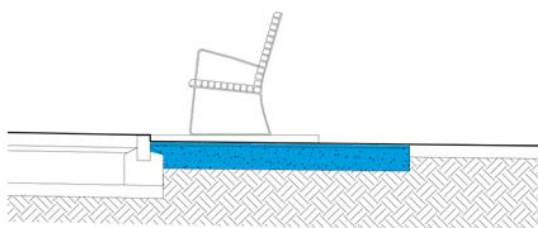
Cestovní ruch a rekreace - Zatraktivnění městského prostoru vhodným začleněním opatření HDV může pomoci přilákat do místa návštěvníky

Sekundární objekty systému:

- Štěrkový trávník

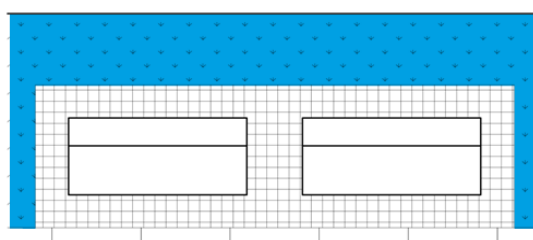
Opatření slouží k zbrždění srážkové vody přitékající po povrchu z blízkých zpevněných ploch. Štěrk zpevňuje strukturu trávníku a brání jeho poškození erozí a vymíláním. Vrstva štěrku dokáže část srážkové vody retenovat. Zklidněná voda natéká přes mělce modelované travnaté úžlabí do retenční nádrže - amfiteátru.

Příčný řez:



Obrázek 87(vlevo): Příčný řez. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Půdorys:



Obrázek 88(vpravo): Půdorys. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.

Přínosy objektů v jednotlivých oblastech:

Voda - Podpora přirozeného vodního cyklu a dotace zásob podzemní vody v případě možnosti vsaku.

Vzduch - Zlepšení kvality ovzduší

Půda - Zvýšení půdní vlhkosti

Fauna a flóra - Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva, posílení biodiverzity, propojení stanovišť a ekosystémů

Sídla - Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi, posílení měst v adaptaci na změnu klimatu.

Tabulka hodnocení přínosů:

Tabulka 23: Hodnocení přínosů opatření v prostoru předprostoru kláštera, podélných ulic a parku

	PRVEK	PRIMÁRNÍ OBJEKTY	SEKUNDÁRNÍ OBJEKTY	CELÝ SYSTÉM
I	VODA	● ● ● ●	○ ● ● ●	● ● ● ●
	VZDUCH	●	●	●
	PŮDA	●	●	●
	FAUNA A FLÓRA	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
II	SÍDLA	● ● ● ●	● ○ ● ●	● ● ● ● ●
III	VZDĚLÁNÍ	●	○	●
	CESTOVNÍ RUCH A REKREACE	●	○	●
	HOSPODÁŘSTVÍ	○	○	○

Zdroj: Autor

4.4. Zhodnocení výsledků disertační práce

Cílem této disertační práce bylo vytvořit metodickou pomůcku pro aplikaci HDV objektů v zastavěném území, určenou především potřebám architektů a urbanistů. Součástí úkolu bylo navrhnout možná urbanistická opatření, principy a postupy pro rozvoj území s ohledem na zapojení vodohospodářské problematiky. Dosažení cíle bylo ověřeno použitím metodické pomůcky na konkrétních příkladech prvků urbanistických struktur.

Výsledkem práce je předložená metodická pomůcka (kapitola 4. Metodická pomůcka aplikace HDV objektů v zastavěném území pro architekty a urbanisty - výsledky disertační práce s uvedením nově získaných poznatků), která vychází z platné oborové normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Pro lepší využití možností přesahu do dalších oborů (architektura a urbanismus), které přírodě blízký způsob odvodnění zastavěných prostor nabízí, oborovou normu doplňuje a rozšiřuje.

Metodická pomůcka je vytvořena na předpokladu, že lepší aplikovatelnosti HDV lze dosáhnout pomocí tří kroků:

1. Členěním objektů na primární a sekundární opatření, které v podstatě odpovídá členění opatření ve výše jmenované normě⁹⁶, ale cílem tohoto jasného rozdělení a odstupňování je vyzdvihnout potenciál kombinování primárních a sekundárních objektů pro celkový systém.
2. Doplněním variant a dalších možných podob objektů uvedených ve výše jmenované normě.
3. Využitím celého potenciálu přínosů, které systém HDV nabízí. To znamená, že důležitou součástí metodické pomůcky jsou tabulky s přínosy, výhodami a nevýhodami objektů. Tabulky lze využívat jako jednoduché indikátory benefitů, které konkrétní typ objektů systému odvodnění a místu aplikace nabízí.

Předpokladem bylo, že kombinací primárních a sekundárních opatření s důrazem na konkrétní přínosy, lze systém HDV navrhovat snáze a s cílem nejlepšího možného zapojení do organismu města, posílení jeho funkčnosti v souladu s řešeným územím a jeho dobrého přijetí jeho uživateli.

Principy použité v metodické pomůcce byly ověřeny na konkrétním příkladu projektu obnovy Jiráskova náměstí v Plzni, v rámci kterého byly v území navrženy různé typy a varianty objektů HDV, které v současné době nejsou uvedeny v normě TNV 75 9011. Použití konkrétních objektů HDV byly zhodnoceny stejným způsobem, jako by byly navrhovány prostřednictvím využití metodické pomůcky. Výsledkem je rozbor každého prostoru (povodí) a navržených objektů, zda se jedná o primární nebo sekundární opatření a jaké benefity místu přináší. Výsledky jsou přehledně uvedeny v tabulce hodnocení přínosů na konci každé sekce.

Z aplikace metodické pomůcky vyplynuly následující výsledky a závěry:

Ad 1. Systém by šlo jen s obtížemi navrhnout za použití pouze primárních opatření. Pouze kombinací objektů obou kategorií lze jednoduše a efektně propojit celý systém.

Ad 2. Pokud bychom striktně navrhovali odvodnění řešených prostranství pouze výběrem objektů uvedených v normě, nebyli bychom schopni začlenit systém HDV do prostoru odpovídajícím způsobem, při nejmenším by nám to činilo obtíže a výsledek by nebyl uspokojivý, neboť by byl uniformní.

⁹⁶ TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013, kap. 6 Technické řešení odvodnění – objekty a zařízení. V této kapitole jsou opatření dělena na zařízení k 6.1. Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje a 6.2. Akumulace a využívání srážkové vody

Ad 3. Zadání soutěže jasně formulovalo požadavky na náplň řešených prostranství, které má návrh splňovat. Výběrem opatření s ohledem na jejich potenciální přínosy, lze jednodušeji uzpůsobit návrh odvodnění cílům soutěžního zadání.

Pro účely vytvoření metodické pomůcky byly v disertační práci vymezeny pojmy primární a sekundární opatření HDV a současně byly navrženy postupy posouzení přínosů jednotlivých opatření.

Z hodnocení konkrétního příkladu (soutěžního projektu obnovy Jiráskova náměstí v Plzni) vyplývá, že použití kombinace primárních a sekundárních objektů umožňuje snáz navrhnout systém odvodnění přírodě blízkým způsobem se zohledněním prostorových a jiných omezení v řešeném území. Pokud se při návrhu koncepce odvodnění zaměříme na konkrétní přínosy nejen z oboru vodního hospodářství, ale také z dalších společenských oblastí, navržený systém má potenciál přirozeně se začlenit do městské struktury a být pozitivně přijat obyvateli a uživateli odvodňovaného prostoru.

Z navržených postupů vyplývají i jednotlivé přínosy disertační práce.

4.4.1. Přínos práce pro praxi

Zpracovaná metodická pomůcka spolu s listy jednotlivých opatření a postupy hodnocení přínosů objektů hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaných územích mohou být využívány pro koncepční návrhy odvodnění s posílením mezioborové spolupráce. Metodická pomůcka doplňuje informace z oborové normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovou vodou takovým způsobem, který umožňuje architektům-urbanistům lépe uchopit nástroj HDV do svých rukou a tím jasně definovat požadavky na ostatní profese za účelem vytvořit funkční celek vhodným začleněním objektů přírodě blízkého odvodnění do zastavěného prostoru. Pomůcka je určena především pro architekty-urbanisty, pracovníky státní správy, projektanty, ale také široké odborné veřejnosti. Bude přínosná i pro zástupce municipalit v oblasti odvodňování zastavěných území. Postupy a návrhy uvedené v disertační práci mohou sloužit jako podklad při zpracování manuálů veřejných prostranství a jiných strategických dokumentů zabývajících se veřejnými prostory měst a jejich vlivem na životní prostředí a naopak vlivem přírodních jevů na městské prostředí.

4.4.2. Přínos práce pro vědní obor

Disertační práce definuje nový pohled na problematiku HDV v České republice. Práce je z hlediska vědního oboru zaměřena na formulování principů a nových postupů navrhování objektů HDV a jejich začlenění do struktury urbanizovaného prostoru. Výsledkem zkoumání

je metodická pomůcka a listy opatření, které jsou sestaveny na základě poznání soudobého nahlížení problematiky přírodě blízkého odvodnění zastavěných území ve světě, s ohledem na adaptaci sídel na změnu klimatu a jejich udržitelný rozvoj. Zásadní změnou je rozdělení opatření HDV na dvě kategorie (primární a sekundární opatření). Takové dělení nám nabízí větší rozsah možností uplatnění objektů HDV při navrhování. Primární objekty jsou ty, které uvádí norma TNV 75 9011 jako objekty a zařízení k akumulaci a využívání srážkové vody, navíc doplněné o jejich další varianty a příklady. Sekundární objekty jsou sestaveny jednak z objektů uvedených ve výše jmenované normě jako objekty a zařízení ke snížení či prevenci vzniku srážkového odtoku u zdroje, zároveň jsou doplněny o další opatření, která norma neuvádí. Oproti zažitému způsobu navrhování HDV, kdy se v praxi pro systém využívají pouze objekty primární, klade práce důraz na využití kombinování primárních a sekundárních opatření, čímž můžeme snáz docílit kompaktnějšího řešení.

K dosažení lepšího zapojení systému do městské struktury byla v práci definována pomůcka v podobě tabulky přínosů. Záměrem vzniku tabulky bylo podpořit chápání přírodě blízkého způsobu odvodnění z více sfér než pouze z pohledu vodního hospodářství. HDV je systém, který v sobě spojuje oblast životního prostředí, sociálního prostředí a umělého prostředí a proto by měl ideálně přinášet benefity ze všech tří oblastí. V metodické pomůcce je u každé skupiny opatření doplněna tabulka s vyhodnocením přínosů v každé ze tří oblastí působení.

Navržené principy a postupy v metodické pomůcce by měly umožnit lepší spolupráci a koordinaci mezi architektem-urbanistou a vodohospodářem, popřípadě dalšími specialisty oborů, které spolupracují při návrhu přírodě blízkého způsobu odvodnění zastavěných území.

Návrh dalšího vědeckého zkoumání a rozvoje systému HDV by měl spočívat v zapojení všech dotčených oborů (architektura a urbanismus, krajinná architektura, vodní hospodářství, dopravní inženýrství, hydrogeologie, ekologie apod.) s cílem sestavení uceleného manuálu navrhování systémů přírodě blízkého odvodnění urbanizovaných prostorů. Součástí tohoto manuálu by byla metodika řešící zapojení HDV do stávajících zastavěných ploch a způsob hodnocení přínosů opatření systému přírodě blízkého způsobu odvodnění území v souvislosti s pozitivně hodnocenými příklady z praxe.

Uvedená práce představuje snahu o komplexní uchopení problematiky HDV, které povede k lepší aplikovatelnosti systému v praxi a k udržitelnému urbanistickému rozvoji sídel. Výsledky práce mohou být výchozím podkladem pro další výzkumné úkoly.

4.4.3. Přínos práce pro výuku na vysokých školách

V disertační práci jsou definovány nové přístupy k navrhování objektů a opatření HDV. Tyto postupy mohou být využity ve výuce v oboru urbanismus i v oborech vodního hospodářství. Studenti se budou moci seznámit s jiným přístupem k navrhování přírodě blízkých způsobů odvodnění zastavěných území. Důraz je kladen na vnímání systému HDV jako nástroje k adaptaci měst na změnu klimatu, který nejen, že sídla a jeho obyvatele chrání před lokálními povodněmi, proti suchu, má vliv na zlepšení městského klimatu, snížení prašnosti apod., ale při vhodném propojení a začlenění do svého okolí může vést k zvýšení povědomí obyvatel o vodě ve městě. Srážkové vody mohou být vnímány jako cenný zdroj, být prostředkem k relaxaci, zábavě a spolupodílet se na zvyšování hodnoty území.

Návrhy systémů HDV podle metodické pomůcky s využitím listů opatření mohou být uplatněny ve výuce i v rámci studentských ateliérových a diplomových prací, nejen proto, že přírodě blízký způsob odvodnění je v současné době vyžadován českou legislativou. Tento způsob odvodnění se odehrává na povrchu měst a přímo ovlivňuje současně vizuální stránku prostoru, ale také jeho funkční využití. Proto by měl být architekt připraven na převzetí důležité role při tvorbě koncepcí odvodnění území a být dobrým partnerem svým kolegům z dalších zainteresovaných oborů. Také z důvodu úzkého propojení a z toho plynoucích přesahů mezi obory, by bylo zajímavé, k některým vybraným projektům přizvat ke spolupráci studenty vodohospodáře a krajinné architekty.

Seznam vlastních prací vztahujících se k tématu disertační práce

Publikace příspěvků:

- VACKOVÁ, Michaela. Hospodaření s povrchovou vodou v zastavěném území. In: XVI. Vědecká konference doktorandů: sborník textů [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012, s. 276-284 [cit. 2017-03-22]. ISBN 978 80-214-4463-8. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/52070>
- VACKOVÁ, Michaela. Voda a město. In: XVII. Vědecká konference doktorandů: sborník textů [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2013, s. 222-227 [cit. 2017-03-22]. ISBN 978-80-214-4774-5. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/51998>
- VACKOVÁ, Michaela. Hospodaření s dešťovou vodou ve městech. In: XVIII. Vědecká konference doktorandů: sborník textů [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2014, s. 213-218 [cit. 2017-03-22]. ISBN 978-80-214-4994-7. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/51951>

Soutěže:

- Cena Nadace Proměny 2016 / Obnova Jiráskova náměstí a Klášterní zahrady v Plzni
SOUTĚŽ 2016, 3. cena
Autoři: Ing. Jiří Vítek, Ing. arch. Miloš Klement, Ing. Jana Pyšková, Ing. Petr Förchtgott, Ing. Rostislav Košťál, Ing. arch. Michaela Vacková, Ing. Radim Vítek, MSc.
Zadavatel: Nadace Proměny Karla Komárka
- NÁBŘEŽÍ__ŘEKY__SVRATKY - architektonicko-krajinářská otevřená jednofázová soutěž o návrh
SOUTĚŽ 2017, 3. cena
Autoři: Consequence forma, JV PROJEKT VH, s.r.o.
Janica Šipulová, Martin Sládek, Irene Djao-Rakitime, Petra Buganská, Václav Navrátil, Jiří Vítek, Michaela Vacková

Workshopy, stáže a další činnosti:

- ČERVINKOVÁ, Šárka, ed. *Winery: stavba v krajině: viniční hospodářství Strachotín: studentské projekty 2006-2012*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012. ISBN 978-80-214-4596-3.

Editor textu sborníku: Ing. arch. Michaela Vacková

- Mezinárodní workshop Udržitelná sídla, 2012
- Kurz základů vědecké práce v Akademii věd České republiky, 2012
- Erasmus - pracovní stáž u firmy DHI-WASY GmbH, Kolín nad Rýnem, Německo, 2013

Účast na výuce:

- Soubor přednášek v rámci projektu „Inovace magisterského a bakalářského studijního programu Architektura a urbanismus Fakulty architektury VUT v Brně - implementace principů trvale udržitelného rozvoje do výuky“

Inovovaný předmět TIN (Technická infrastruktura), 3. Aktuální hospodaření s vodou v sídlech i ve volné krajině

- Technická infrastruktura, 2011/2012 - cvičení, exkurze
- Technická infrastruktura, 2012/2013 - přednáška, cvičení, exkurze
- Urbanismus II - stavba měst, 2012/2013 - cvičení
- Tvorba urbánního a krajinného prostředí, 2013/2014 - cvičení
- Technická infrastruktura, 2015/2016 - přednáška
- Technická infrastruktura, 2016/2017 - přednáška

Vybrané projekty:

- Campus rezidenční areál stavba II, Brno Bohunice, Netroufalky
Návrh vodní plochy, projekt DSP, DPS (2014 - 2016)
Autoři: Ing. Jiří Vítek, Ing. arch. Michaela Vacková
Generální projektant: A Plus, a.s., AiD team, a.s.
Investor: Campus residential area II, a.s.
Generální dodavatel: IMOS Brno, a.s.

- Oprava cestní sítě v parku Thomayerovy sady, Praha 8 - Libeň
Odvedení povrchové vody, projekt DUR, DSP, DPS (2015 - 2016)
Autoři: Ing. Jiří Vítek, Ing. arch. Michaela Vacková
Generální projektant: Land05, Ateliér zahradní a krajinářské architektury
Investor: Městská část Praha 8 - Libeň
- Analýza a koncepce odvodnění vnitrobloku Vybíralova, Praha 9 - Černý Most
STUDIE 2016
Autoři: Ing. Radim Vítek, MSc., Ing. arch. Michaela Vacková
Generální projektant: Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy
Investor: Městská část Praha 9 - Černý Most

Závěr

Cíle disertační práce byly splněny, byly ukázány nové přístupy řešení problematiky HDV, které povedou k lepší aplikovatelnosti a začlenění přírodě blízkých opatření odvodnění do městské zástavby. Tyto principy a postupy byly zapracovány do metodické pomůcky a přehledných listů jednotlivých opatření, které jsou určeny architektům-urbanistům pro zlepšení koordinace mezi architektem a vodohospodářem při tvorbě koncepce odvodnění zastavěných prostorů, která by měla vznikat spolu s koncepcí celého území. Záměrem práce bylo rozšířit možnosti územního plánování a přispět tak ke komplexnímu rozvoji území ve smyslu dlouhodobě udržitelného rozvoje a adaptace měst na změnu klimatu. Nové přístupy byly ověřeny na konkrétních příkladech různých druhů veřejných prostorů.

Summary

Goals of the work have been accomplished. New approaches to dealing with stormwater managements issues were shown. New principles and practices have been incorporated into the brand new methodological guide and sheets of measures. The guide is addressed to architects and urban planners with its main goal to improve coordination between them and water manager. They should be able to work together to design concepts of urban drainage systems. The aim of this work was to expand the options of urban planning and contribute to the comprehensive development of the area in terms of sustainable development and urban adaptation to climate change. New aproaches were proven on specific kinds of public spaces.

Seznam použitých zdrojů

- Arbeitsblatt DWA - A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. 2., redaktionell korrigierte Auflage. Meckenheim: DCM, 2005
- Asociace pro vodu ČR. Studie proveditelnosti implementace koncepce nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2009.
- BACKHAUS, Antje a Ole FRYD. The aesthetic performance of urban landscape-based stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe. *Journal of Landscape Architecture*. 2013, 8(2), 52-63. DOI: 10.1080/18626033.2013.864130. ISSN 1862-033. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/18626033.2013.864130>
- BASSUK, Nina, Julia BARTENS, Laurence COSTELLO, et al., DAY, Susan Downing a Sarah Beth DICKINSON (eds.). Managing Stormwater for Urban Sustainability Using Trees and Structural Soils: A new space-saving infiltration BMP that mitigates runoff from paved areas. In: Development of a Green Infrastructure Technology that Links Trees and Engineered Soil to Minimize Runoff from Pavement [online]. Blacksburg (Virginia): Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008 [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: <http://www.hort.cornell.edu/uhi/outreach/pdfs/TreesAndStructuralSoilsManual.pdf>
- BURIAN, Samuel, Jitka DOSTALOVÁ, Martin DUBSKÝ, et al. Standardy pro navrhování, provádění a údržbu: Vegetační souvrství zelených střech [online]. Brno, 2016 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: http://www.novazelenausporam.cz/file/786/zelene-strechy_standardy.pdf
- City of Philadelphia Green Streets Design Manual. In: Philadelphia Water Department [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2014 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://www.phillywatersheds.org/img/GSDM/GSDM_FINAL_20140211.pdf

- Česká komora architektů. Prohlášení ČKA k povodňovým rizikům v ČR. 2013. Dostupné z: <https://www.cka.cz/cs/import/ostatni/povodne/prohlaseni-cka-k-povodnovym-rizikum-v-cr>
- ČESKO. Nařízení vlády. ze dne 21. března 2016. kterým se zrušuje nařízení vlády č. 262/2007 Sb., o vyhlášení závazné části Plánu hlavních povodí České republiky. In: Sbírka zákonů České republiky. 2016, částka 40, s. 1908. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka/zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=18014>
- ČESKO. Vyhláška č. 268/2009 Sb. ze dne 26. srpna 2009, o technických požadavcích na stavby. In: Sbírka zákonů České republiky. 2009, částka 81, s. 3702-3719. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=69147&nr=268~2F2009~20Sb.&ft=pdf>
- ČESKO. Vyhláška č. 501/2006 Sb. ze dne 28. listopadu 2006, o obecných požadavcích na využívání území. In: Sbírka zákonů České republiky. 2006, částka 163, s. 6953-6960. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=63140&nr=501~2F2006~20Sb.&ft=pdf>
- ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: Sbírka zákonů České republiky. 2001, částka 98, s. 5617-5667. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20f9c15060cad3aec1256ae30038d05c/\\$FILE/Z%20254_2001.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2a434831dcbe8c3fc12564e900675b1b/20f9c15060cad3aec1256ae30038d05c/$FILE/Z%20254_2001.pdf)
- ČESKO. Zákon č. 274/2001 Sb. ze dne 2. srpna 2001, o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). In: Sbírka zákonů České republiky. 2001, částka 104, s. 6465-6482. ISSN 1211-1244. Dostupný také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=51549&nr=274~2F2001~20Sb.&ft=pdf>
- ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012

- DHI, a.s., Sweco Hydroprojekt, a. s., JV PROJEKT VH, s. r. o., VODIS Olomouc, s. r. o. Studie odtokových poměrů. In: Koncepce vodního hospodářství města Olomouce. 2014.
- DREISEITL, Herbert. a Dieter GRAU. New waterscapes: planning, building, and designing with water. Expanded and rev. ed. Boston: Birkhäuser, 2005. ISBN 978-3-7643-7245-3.
- DREISEITL, Herbert. a Dieter GRAU. Recent waterscapes: planning, building and designing with water. 3rd rev. and expanded ed. of: Waterscapes : planning, building and designing with water. 2005. Boston: Birkhäuser, c2009. ISBN 978-3764389840.
- DWA - Merkblatt M 153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- ECHOLS, Stuart a Eliza PENNYPACKER. Artful rainwater design: creative ways to manage stormwater. 1. Washington: Island Press, 2015. ISBN 978-1610912662.
- Evropská komise. SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ - Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu. Brusel: Evropská komise, 2013. Dostupné také z:
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zelena_kniha_problematice/\\$FILE/OEO_K-Adaptacni_strategie_EU-20130806.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zelena_kniha_problematice/$FILE/OEO_K-Adaptacni_strategie_EU-20130806.pdf)
- FLETCHER, Tim D., William SHUSTER, William F. HUNT, et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more - The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal. 2014, 12(7), 525-542. DOI: 10.1080/1573062X.2014.916314. ISSN 1573-062x. Dostupné také z:
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1573062X.2014.916314>
- IAN L. MCHARG. Design with nature. New ed. New York: Wiley, 1995. ISBN 978-047-1114-604.
- KRAVČÍK, Michal, Jan POKORNÝ, Juraj KOHUTIAR, Martin KOVÁČ a Eugen TÓTH. Voda pre ozdravenie klímy: Nová vodná paradigma [online]. 2007. Žilina: Krupa Print, 2007 [cit. 2017-03-26]. ISBN 8096976652. Dostupné z:

http://www.enki.cz/cs/publikace/knihy/item/download/52_ded782871eaae5b219203b298afd302a

- KREJČÍ, Vladimír. Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup. Brno: Noel 2000, 2003. ISBN 80-860-2039-8.
- Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. Politika územního rozvoje České republiky, ve znění Aktualizace č. 1. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2015. Dostupné také z: https://www.mmr.cz/getmedia/e7ff2b3b-b634-425f-8fa5-6699b8d2f755/2015_VI_8_cistopis_apur_1.pdf?ext=.pdf
- Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR. Národní plán povodí Labe - kapitola IV. cíle pro povrchové vody, podzemní vody a chráněné oblasti vázané na vodní prostředí. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. s. 22-24. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/437748/NPP_Labe_kapitola_IV.pdf
- Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR. Národní plán povodí Labe - kapitola V. souhrn programu opatření k dosažení cílů. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. s. 13-15. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/437750/NPP_Labe_kapitola_V.pdf
- Ministerstvo životního prostředí ČR. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2015. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
- Národní plány povodí. Voda, eAGRI [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/priprava-planu-povodi-pro-2-obdobi/narodni-plany-povodi/>
- PACHAURI, Rajendra K. a Myles R. ALLEN. Climate Change 2014. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [online]. Geneva: IPCC, 2015, s. 151 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-92-9169-143-2. Dostupné z: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

- Philadelphia Stormwater Management Guidance Manual, Version 3.0 [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2015 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <https://www.pwdplanreview.org/manual/appendices/f.-design-guidance-checklist/f.12-blue-roofs>
- Philadelphia Water Department [online]. Philadelphia: Philadelphia Water Department, 2015 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://phillywatersheds.org/doc/GSI/Green_Streets_Details.zip
- SATRAPA, Ladislav. C. 9 Vodní hospodářství. Principy a pravidla územního plánování [online]. 2017, C.9 - 2 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-a-pravidla-uzemniho-planovani/pap-komplet-pro-tisk-2017.pdf>
- STRÁNSKÝ, David, KABELKOVÁ, Ivana, VÍTEK, Jiří, SUCHÁNEK, Milan. Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích [online]. 2007 - 12 - 01 [cit. 2016-07-01] Dostupné také z: http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01_JVPVH.pdf
- TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013
- VENHAUS, Heather. Designing the sustainable site: integrated design strategies for small-scale sites and residential landscapes. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2012. ISBN 978-0-470-90009-3.
- VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- VÍTEK, Jiří. Na cestě za hospodařením s dešťovou vodou: O probíhající novelizaci vyhlášky 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území. In: Hospodaření s dešťovými vodami ve městech a obcích. Odborný seminář a výstava. [online]. Brno: ARDEC, 2009, [cit. 2017-03-26]. ISBN 80-86020-62-2. Dostupné z: http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/12009-03-10_JVPVH.pdf

- VÍTEK, Jiří. Nepodceňujme omyly, kterých se dopouštíme při zavádění HDV. Vodní hospodářství. Zář 2012, vol. 62, no. 9, s. 280-284. ISSN 1211-0760. Dostupné také z: <http://vodnihospodarstvi.cz/archiv-rocnik-2012/>
- Waterplan Rotterdam 2: Working on water for an attractive city. Rotterdam, 2007. Dostupné také z: http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/documents/2015-en-ouder/RCP/WP-samenvating03_09_eng.pdf
- WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. The SuDS Manual [online]. London: Ciria, 2015 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

Seznam použitých zkratk a symbolů

ARD	Umělecký přístup k navrhování s dešťovou vodou (Artful Rainwater Design)
ATV	Asociace odpadních vod (Die Abwassertechnische Vereinigung e.V.)
BmPs	Nejlepší způsob hospodaření (Best Management Practises)
CAD	Počítačová podpora konstruování (Computer Aided Design)
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
ČVUT	České vysoké učení technické
DSO	Decentrální systém odvodnění
DWA	Německá asociace vodovodů a kanalizací (Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.)
EAWAG	Federální ústav pro zásobování vodou, čištění odpadních vod a ochranu vodních toků při Vysokých školách technických ve Švýcarsku
HDV	Hospodaření s dešťovou vodou
LID	Zástavba s nízkým dopadem (Low-Impact Development)
SuDS	Udržitelné systémy odvodnění (Sustainable Drainage Systems)
TNV	Odvětvová technická norma
WSUD	Územní plánování šetrné k vodě (Water Sensitive Urban Design)

Seznam obrázků a grafů

Obrázek 1: Organizační diagram metodické pomůcky. Zdroj: Autor.....	59
Obrázek 2: Schéma vsakovacího průlehu s povrchovým přívodem vody. Zdroj: TNV 75 9011	65
Obrázek 3: Osázený průleh. Zdroj: phillywatersheds.org.....	67
Obrázek 4: Schéma průlehu s kolmými stěnami. Zdroj: phillywatersheds.org	68
Obrázek 5: Vsakovací zatravněný průleh u komunikace. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.	69
Obrázek 6: Zatravněný vsakovací průleh u parkoviště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.	70
Obrázek 7: Zatravněný vsakovací průleh v zástavbě. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.	70
Obrázek 8: Osázený průleh u komunikace. Zdroj: robertbrayassociates.co.uk.....	71
Obrázek 9: Osázený průleh u parkoviště. Zdroj: landscapeperformance.org	72
Obrázek 10: Dešťová zahrada. Zdroj: svrdesign.com	72
Obrázek 11: Prefabrikovaný průleh s kolmými stěnami - výstavba. Zdroj: phillywatersheds.org.....	73
Obrázek 12(vlevo): Osázený průleh s kolmými stěnami u komunikace. Zdroj: landscapevoice.com	73
Obrázek 13(vpravo): Osázený průleh s kolmými stěnami - detail nátoky vody. Zdroj: landscapevoice.com.....	73
Obrázek 14: Varianta osázeného průlehu s kolmými stěnami u komunikace. Zdroj: greenworkspc.com.....	74
Obrázek 15: Osázený průleh s kolmými stěnami u parkoviště. Zdroj: richezassociates.com.....	74
Obrázek 16: Schéma vsakovací rýhy s povrchovým plošným přítokem. Zdroj: TNV 75 9011	76
Obrázek 17: Schéma vsakovací rýhy se stromořadím. Zdroj: phillywatersheds.org.....	77
Obrázek 18: Schématický řez vsakovací rýhou se stromořadím. Zdroj: phillywatersheds.org	79
Obrázek 19: Štěrková rýha u parkoviště a komunikace. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.....	80
Obrázek 20: Osázená vsakovací rýha u parkoviště. Zdroj: rhynelandscape.com.....	81
Obrázek 21: Osázená vsakovací rýha vymezující veřejný prostor. Zdroj: The SuDS Manual, Ciria ...	81
Obrázek 22: Vsakovací rýha se stromořadím. Zdroj: phillywatersheds.org.....	82
Obrázek 23: Schéma suché retenční dešťové nádrže. Zdroj: TNV 75 9011.....	83
Obrázek 24: Schéma suché dešťové nádrže. Zdroj: phillywatersheds.org	84
Obrázek 25: Retenční dešťová nádrž - hrací plocha. Zdroj: dwell.com.....	87
Obrázek 26: Retenční dešťová nádrž - místo setkávání. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.....	87
Obrázek 27: Retenční dešťová nádrž v parku. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.	88

Obrázek 28: Retenční dešťová nádrž v dopravním uzlu. Zdroj: Ciria.com.....	88
Obrázek 29: Vodní náměstí. Zdroj: uncubemagazine.com	89
Obrázek 30: Retenční dešťová nádrž - dětské hřiště. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.....	90
Obrázek 31: Schematický řez skladbou vegetační střechy. Zdroj: optigreen.cz	91
Obrázek 32: Schéma vegetační střechy. Zdroj: phillywatersheds.org	93
Obrázek 33: Schéma modré střechy. Zdroj: phillywatersheds.org	94
Obrázek 34: Extenzivní vegetační střecha. Zdroj: archiv autorky	95
Obrázek 35: Extenzivní vegetační střecha - přístřešek. Zdroj: greenroofshelters.co.uk.....	95
Obrázek 36: Intenzivní vegetační střecha - minigolf. Zdroj: archiv autorky	96
Obrázek 37: Modrá střecha - akumulace ve šterkové vrstvě. Zdroj: roofingmagazine.com	97
Obrázek 38: Modrá střecha - akumulace v přihrádkách. Zdroj: hazenandsawyer.com	97
Obrázek 39: Objekt plošného vsakování. Zdroj: TNV 75 9011	99
Obrázek 40: Plošný vsak - zatravněná plocha. Zdroj: pwdplanreview.org	100
Obrázek 41: Plošný vsak - zpevněný travník. Zdroj: worldlandscapearchitect.com	101
Obrázek 42(vlevo): Schematický řez stromem v ulici. Zdroj: phillywatersheds.org	103
Obrázek 43(vpravo): Schematický půdorys stromu v ulici. Zdroj: phillywatersheds.org	103
Obrázek 44: Schéma stromu v ulici. Zdroj: phillywatersheds.org.....	104
Obrázek 45: Strom v ulici. Zdroj: gievidencebase.botanicgardens.sa.gov.au	105
Obrázek 46: Strom v ulici - varianta. Zdroj: conteches.com	105
Obrázek 47: Osázené objekty regulující srážkový odtok - schematický půdorys a řezy. Zdroj: phillywatersheds.org	107
Obrázek 48: Schéma vysazené chodníkové plochy. Zdroj: phillywatersheds.org.....	108
Obrázek 49: Schéma zvýšeného záhonu. Zdroj: Artful Rainwater Design	109
Obrázek 50: Vysazená chodníková plocha. Zdroj: nuglu.com	110
Obrázek 51: Zvýšený záhon. Zdroj: bluegreenbldg.org	111
Obrázek 52: Zvýšený záhon - varianta. Zdroj: bluegreenbldg.org	111
Obrázek 53: Schéma propustných zpevněných ploch. Zdroj: The SuDS Manual	113
Obrázek 54: Dlažba s širokými spárami. Zdroj: paversearch.com	115
Obrázek 55: Propustný asfalt. Zdroj: pavementinteractive.org.....	115
Obrázek 56: Šterkový travník. Zdroj: agrostis.cz	116
Obrázek 57: Zatravnovací dlažba. Zdroj: st.hzcdn.com.....	116

Obrázek 58(vlevo): Odpojení dešťového svodu od kanalizace.

<i>Zdroj: landperspectives.files.wordpress.com</i>	119
Obrázek 59(vpravo): Odpojení dešťového svodu od kanalizace. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	119
Obrázek 60: Odpojení dešťového svodu od kanalizace - varianta. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o...</i>	119
Obrázek 61(vlevo): Povrchový žlábek v komunikaci. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	120
Obrázek 62(vpravo): Povrchový žlábek podél chodníku. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	120
Obrázek 63(vlevo): Povrchový žlábek ve zpevněné ploše. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	120
Obrázek 64(vpravo): Povrchový žlábek v trávě. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	120
Obrázek 65: Situace zájmového území. <i>Zdroj: Nadace Proměny</i>	124
Obrázek 66: Perspektiva z nadsledu. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	127
Obrázek 67 : Rozdělení území na povodí. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	128
Obrázek 68: Vizualizace bývalé točny trolejbusů. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	128
Obrázek 69(vlevo): Schéma systému za deště. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	129
Obrázek 70(vpravo): Schéma systému za bezdeštného období. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	129
Obrázek 71(vlevo): Příčný řez. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	130
Obrázek 72(vpravo): Půdorys. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	130
Obrázek 73(vlevo): Příčný řez. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	131
Obrázek 74(vpravo): Půdorys. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	131
Obrázek 75: Vizualizace klášterní zahrady. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.....</i>	132
Obrázek 76(vlevo): Schéma systému za deště. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	133
Obrázek 77(vpravo): Schéma systému za bezdeštného období. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	133
Obrázek 78(vlevo): Příčný řez. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	134
Obrázek 79(vpravo): Půdorys. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	134
Obrázek 80: Vizualizace předprostoru kláštera. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	135
Obrázek 81: Vizualizace parku. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	136
Obrázek 82(vlevo): Schéma systému za deště. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	137
Obrázek 83(vpravo): Schéma systému za bezdeštného období. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	137
Obrázek 84(vlevo): Příčný řez. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	138
Obrázek 85(vpravo): Půdorys. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	138
Obrázek 86: Příčný řez. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	138
Obrázek 87(vlevo): Příčný řez. <i>Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.</i>	139

Obrázek 88(vpravo): Půdorys. Zdroj: JV PROJEKT VH, s.r.o.	139
--	-----

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled přínosů HDV	17
Tabulka 2: Základní zásady návrhu HDV	18
Tabulka 3: Přehled přínosů HDV	53
Tabulka 4: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích zatravněných průlehů.....	57
Tabulka 5: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích zatravněných průlehů.....	71
Tabulka 6: Přínosy, výhody a nevýhody osázených průlehů (dešťových zahrad).....	73
Tabulka 7: Přínosy, výhody a nevýhody zatravněných (osázených) průlehů s kolmými stěnami.....	75
Tabulka 8: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích rýh.....	80
Tabulka 9: Přínosy, výhody a nevýhody vsakovacích osázených rýh a vsakovacích rýh se stromořadím.....	82
Tabulka 10: Přínosy, výhody a nevýhody retenčních dešťových nádrží - vegetačních	89
Tabulka 11: Přínosy, výhody a nevýhody retenčních dešťových nádrží - zpevněné plochy ...	90
Tabulka 12: Přínosy, výhody a nevýhody vegetačních a šterkových extenzivních střeche	96
Tabulka 13: Přínosy, výhody a nevýhody vegetačních intenzivních střeche (střešních zahrad)97	
Tabulka 14: Přínosy, výhody a nevýhody modrých střeche	98
Tabulka 15: Přínosy, výhody a nevýhody plošného vsaku	101
Tabulka 16: Přínosy, výhody a nevýhody stromů.....	106
Tabulka 17: Přínosy, výhody a nevýhody vysazených chodníkových ploch.....	110
Tabulka 18: Přínosy, výhody a nevýhody zvýšených záhonů a květináčů	112
Tabulka 19: Přínosy, výhody a nevýhody propustných zpevněných ploch	117
Tabulka 20: Přínosy, výhody a nevýhody odpojení objektů od systému kanalizace	121
Tabulka 21: Hodnocení přínosů opatření v prostoru bývalé trolejbusové točny	132
Tabulka 22: Hodnocení přínosů opatření v prostoru klášterní zahrady	135
Tabulka 23: Hodnocení přínosů opatření v prostoru předprostoru kláštera, podélných ulic a parku	140

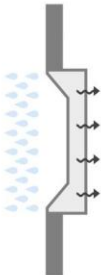
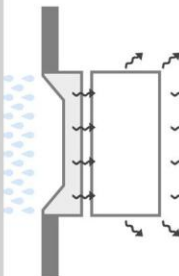
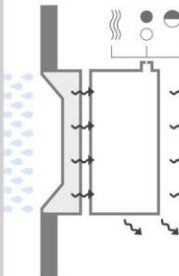




Seznam příloh

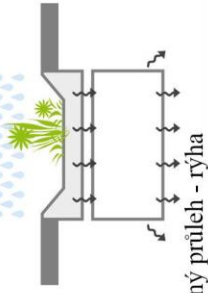
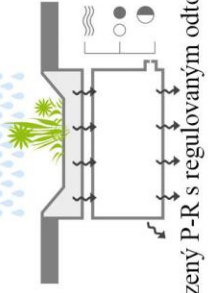

Příloha 1: Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady) - A.....	12
Příloha 2: Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady) - B.....	162
Příloha 3: Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady) - C.....	163
Příloha 4: Rýhy (příkopy) - A	164
Příloha 5: Rýhy (příkopy) - B	165
Příloha 6: Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí) - A	166
Příloha 7: Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí) - B	167
Příloha 8: Vegetační a další střechy - A	168
Příloha 9: Vegetační a další střechy - B	169
Příloha 10: Propustné nezpevněné povrchy (plošný vsak) - A	170
Příloha 11: Stromy - A	171
Příloha 12: Osázené objekty regulující srážkový odtok - A.....	172
Příloha 13: Osázené objekty regulující srážkový odtok - B.....	173
Příloha 14: Propustné zpevněné plochy - A	174
Příloha 15: Odpojení objektů (svody a žlaby) - A	175

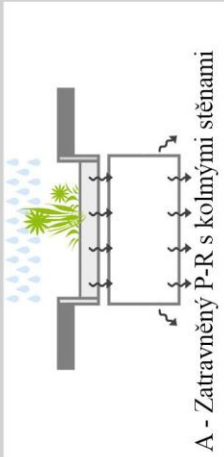
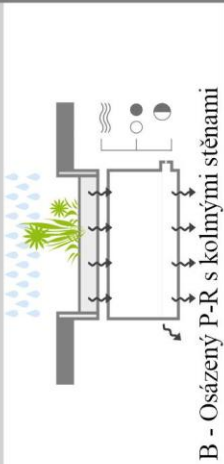




Přílohy

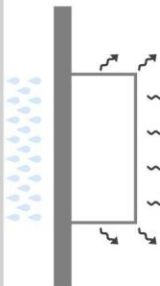
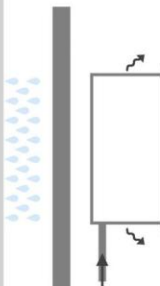
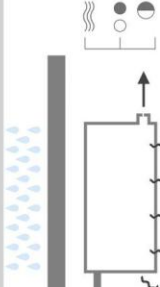




Listy primárních opatření:

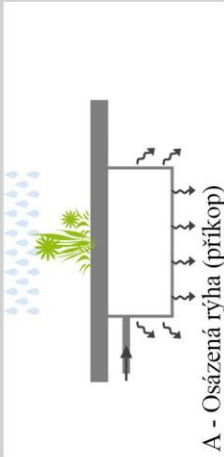
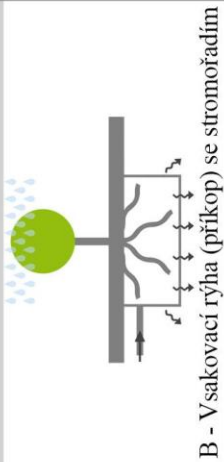



Příloha 1: Průlehy a bioretenční objekty (dešťové zahrady) - A

PRŮLEHY A BIORETENČNÍ OBJEKTY (DEŠŤOVÉ ZAHRADY)					VSAKOVACÍ ZATRAVNĚNÝ PRŮLEH					* Základní objekty podle TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami																																																						
A																																																																
VARIANTY:						Vsakovací zatravněný průlehl					Vsakovací průlehl - rýha					Vsakovací P-R s regulovaným odtokem																																																
FUNKCE:					<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Vsak				<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Podpovrchová retence vody- Vsak				<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Podpovrchová retence vody- Vsak- Regulované odvádění vody:<ul style="list-style-type: none">1. vodní tok2. dešťová kanalizace3. jednotná kanalizace																																																			
POUŽITÍ:					<p>Liniová forma průlehu</p> <ul style="list-style-type: none">- odvodnění komunikací i přilehlých chodníků- odvodnění parkovišť <p>Rozvolněná forma průlehu</p> <ul style="list-style-type: none">- odvodnění parkových ploch- odvodnění objektů a zpevněných ploch v rozvolněné zástavbě																																																											
PRÍNOSY:					<table><tr><td></td><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>3/3</td></tr><tr><td>I</td><td>vzduch</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>půda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>3/3</td></tr><tr><td>II</td><td>sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>2/4</td></tr><tr><td>III</td><td>vzdělání</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>hospodářství</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr></table>					voda	●	●	●	3/3	I	vzduch	●	●	●	1/1		půda	●	●	●	1/1		fauna a flóra	●	●	●	3/3	II	sídla	●	●	●	2/4	III	vzdělání	●	●	●	1/1		cestovní ruch a rekreace	●	●	●	0/1		hospodářství	●	●	●	0/1	VÝHODY: <ul style="list-style-type: none">- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku- Podporuje evapotranspiraci- Zvyšuje půdní vlhkost- Nenáročná údržba				NEVÝHODY: <ul style="list-style-type: none">- Neodstraní silné znečištění- Velké prostorové nároky			
	voda	●	●	●	3/3																																																											
I	vzduch	●	●	●	1/1																																																											
	půda	●	●	●	1/1																																																											
	fauna a flóra	●	●	●	3/3																																																											
II	sídla	●	●	●	2/4																																																											
III	vzdělání	●	●	●	1/1																																																											
	cestovní ruch a rekreace	●	●	●	0/1																																																											
	hospodářství	●	●	●	0/1																																																											
PŘÍKLADY:																																																																

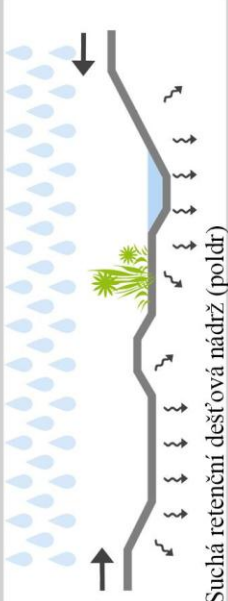
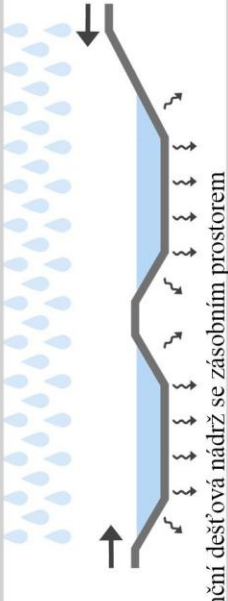




PRŮLEHY A BIORETENČNÍ OBJEKTY (DEŠŤOVÉ ZAHRADY)		OSÁZENÝ PRŮLEH (DEŠŤOVÁ ZAHRADA)																																					
B																																							
VARIANTY:																																							
FUNKCE:	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- V sak	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Podpovrchová retence vody- V sak	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Podpovrchová retence vody- V sak- Regulované odvádění vody:<ul style="list-style-type: none">1. vodní tok2. dešťová kanalizace3. jednotná kanalizace																																				
POUŽITÍ:	<p>Liniová forma průlehu - odvodnění komunikací i přilehlých chodníků</p> <p>- odvodnění parkovišť</p> <p>Rozvolněná forma průlehu - odvodnění parkových ploch</p> <p>- odvodnění objektů a zpevněných ploch v rozvolněné zástavbě. Objekty tohoto typu je vhodné umísťovat do vnitrobloků nebo k jednotlivým objektům, například k odvodnění školních budov, kde plní i naučnou funkci.</p>																																						
PRŮŘÍZNY:	<table><tr><th></th><th>voda</th><th>vzduch</th><th>půda</th><th>fauna a flóra</th><th>sídla</th><th>vzdělání</th><th>cestovní ruch a rekreace</th><th>hospodářství</th></tr><tr><td>I</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>II</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>●</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>III</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr></table>		voda	vzduch	půda	fauna a flóra	sídla	vzdělání	cestovní ruch a rekreace	hospodářství	I	●	●	●	●	●	●	●	●	II	●	●	●	●	○	●	○	○	III	●	●	●	●	○	○	○	○	<p>VÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none">- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku- Podporuje evapotranspiraci- Zvyšuje půdní vlhkost- Posiluje biodiverzitu- Zatraktivnění městského prostoru- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení působení krajinných prvků na vodní režim	<p>NEVÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none">- Neodstraní silné znečištění- Vhodné pro menší povodí- Velké prostorové nároky- Náročnější údržba- Vyšší investice oproti zatravněným průlehům
	voda	vzduch	půda	fauna a flóra	sídla	vzdělání	cestovní ruch a rekreace	hospodářství																															
I	●	●	●	●	●	●	●	●																															
II	●	●	●	●	○	●	○	○																															
III	●	●	●	●	○	○	○	○																															
PŘÍKLADY:																																							

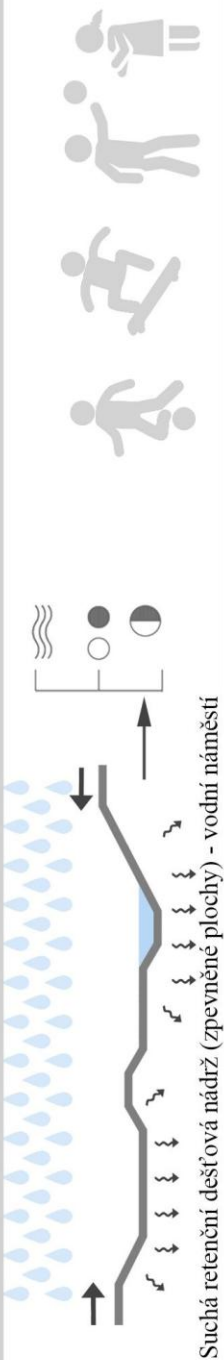

PRŮLEHY A BIORETENČNÍ OBJEKTY (DEŠŤOVÉ ZAHRADY)		ZATRAVNĚNÝ (OSÁZENÝ) PRŮLEH		S KOLMÝMI STĚNAMI	
VARIANTY:	Průleh s kolmými stěnami 1- vsakovací bez rýhy 2- vsakovací s rýhou 3 vsakovací s rýhou a regulovaným odtokem	 A - Zatrávněný P-R s kolmými stěnami	 B - Osázený P-R s kolmými stěnami		
FUNKCE:	1-A, B: - Povrchová retence vody - Výpar (evapotranspirace) - Vsak	2-A,B: - Povrchová retence vody - Výpar (evapotranspirace) - Podpovrchová retence vody - Vsak	3-A,B: - Povrchová retence vody - Výpar (evapotranspirace) - Podpovrchová retence vody - Vsak - Regulované odvádění vody: 1. vodní tok 2. dešťová kanalizace 3. jednotná kanalizace		
POUŽITÍ:	Liniová forma průlehu - odvodnění komunikací i přilehlých chodníků - odvodnění parkovišť				
PŘÍNOŠY:	I	VÝHODY:		NEVÝHODY:	
	II	- Dobré výsledky předčistění sražkového odtoku - Podporuje evapotranspiraci - Zvyšuje půdní vlhkost - Posiluje biodiverzitu - Zatraktivnění městského prostoru - Menší prostorové nároky		- Neodstraní silné znečištění - Vhodné pro menší povodi - Náročnější údržba - Vyšší investice oproti zatrávněným průlehům	
	III				
PŘÍKLADY:					

RÝHY (PŘÍKOPY)					VSAKOVACÍ RÝHA		* Základní objekty podle TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami																																																																								
A																																																																															
VARIANTY:	 <p>Rýha s povrchovým plošným přítokem</p>	 <p>Rýha s podpovrchovým přítokem</p>	 <p>Rýha s podpovrchovým přítokem a regulovaný, odtokem</p>																																																																												
FUNKCE:	<ul style="list-style-type: none">- Částečně výpar- Podpovrchová retence vody- Vsak	<ul style="list-style-type: none">- Podpovrchová retence vody- Vsak	<ul style="list-style-type: none">- Podpovrchová retence vody- Vsak- Regulované odvádění vody:<ul style="list-style-type: none">1. vodní tok2. dešťová kanalizace3. jednotná kanalizace																																																																												
POUŽITÍ:	<p>odvodnění liniových staveb,</p> <ul style="list-style-type: none">- komunikací i přilehlých chodníků,- ulic- parkovišť																																																																														
PŘÍNOŠY:	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr><tr><td>voda</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>vzduch</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>půda</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>fauna a flóra</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>sídla</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>vzdělání</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>hospodářství</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr></table>		I	II	III	voda	○	○	○	vzduch	○	○	○	půda	○	○	○	fauna a flóra	○	○	○	sídla	○	○	○	vzdělání	○	○	○	cestovní ruch a rekreace	○	○	○	hospodářství	○	○	○	<table><tr><th></th><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr><tr><td>voda</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>vzduch</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>půda</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>fauna a flóra</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>sídla</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>vzdělání</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>hospodářství</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr></table>		I	II	III	voda	○	○	○	vzduch	○	○	○	půda	○	○	○	fauna a flóra	○	○	○	sídla	○	○	○	vzdělání	○	○	○	cestovní ruch a rekreace	○	○	○	hospodářství	○	○	○	<p>VÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none">- Dobré filtrační vlastnosti- Zvyšuje půdní vlhkost- Stěrk se může stát domovem mikroorganizmů a obojživelníků- Nenáročná údržba- Relativně nízké pořizovací nároky	<p>NEVÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none">- Neodstraní silné znečištění, musí se doplnit o další opatření- Náchylné na poničení erozí při extrémních srážkách nebo při hře dětí a psů			
	I	II	III																																																																												
voda	○	○	○																																																																												
vzduch	○	○	○																																																																												
půda	○	○	○																																																																												
fauna a flóra	○	○	○																																																																												
sídla	○	○	○																																																																												
vzdělání	○	○	○																																																																												
cestovní ruch a rekreace	○	○	○																																																																												
hospodářství	○	○	○																																																																												
	I	II	III																																																																												
voda	○	○	○																																																																												
vzduch	○	○	○																																																																												
půda	○	○	○																																																																												
fauna a flóra	○	○	○																																																																												
sídla	○	○	○																																																																												
vzdělání	○	○	○																																																																												
cestovní ruch a rekreace	○	○	○																																																																												
hospodářství	○	○	○																																																																												
PŘÍKLADY:																																																																															

RÝHY (PŘÍKOPY)		VSAKOVACÍ OSÁZENÁ RÝHA A VSAKOVACÍ RÝHA SE STROMOŘADÍM																									
VARIANTY:	Rýhy (příkopy) 1- s povrchovým plošným přítokem 2- s podpovrchovým přítokem 3- s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem	 A - Osázená rýha (příkop)	 B - Vsakovací rýha (příkop) se stromořadím																								
FUNKCE:	1-A, B: - Podpovrchová retenční vody - Výpar (evapotranspirace, interceptce) - Vsak	2-A, B: - Podpovrchová retenční vody - Výpar (evapotranspirace, interceptce) - Vsak	3-A, B: - Podpovrchová retenční vody - Výpar (evapotranspirace, interceptce) - Vsak - Regulované odvádění vody: 1. vodní tok 2. dešťová kanalizace 3. jednotná kanalizace																								
POUŽITÍ:	odvodnění liniových staveb, - komunikací i přílehlých chodníků, - ulic - parkovišť																										
PŘÍNOŠY:	<table><tr><td></td><td>voda</td><td>2/3</td></tr><tr><td>I</td><td>vzduch</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>půda</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>fauna a flóra</td><td>3/3</td></tr><tr><td>II</td><td>sídla</td><td>4/4</td></tr><tr><td>III</td><td>vzdělání</td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>hospodářství</td><td>0/1</td></tr></table>		voda	2/3	I	vzduch	1/1		půda	1/1		fauna a flóra	3/3	II	sídla	4/4	III	vzdělání	0/1		cestovní ruch a rekreace	0/1		hospodářství	0/1	VÝHODY: - Dobré filtrační vlastnosti - Podporuje evapotranspiraci - Zvyšuje půdní vlhkost - Posílení biodiverzity - Zatraktivnění městského prostoru	NEVÝHODY: - Neodstraní silné znečištění, musí se doplnit o další opatření - Náročnější na údržbu - Vyšší investice oproti rýhám bez osázení - Varianta se stromořadím velké prostorové nároky
	voda	2/3																									
I	vzduch	1/1																									
	půda	1/1																									
	fauna a flóra	3/3																									
II	sídla	4/4																									
III	vzdělání	0/1																									
	cestovní ruch a rekreace	0/1																									
	hospodářství	0/1																									
PŘÍKLADY:	   																										

Příloha 6: Retenční dešťové nádrže (vodní náměstí) - A


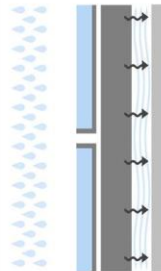
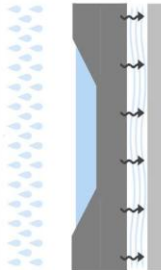




RETENČNÍ DEŠŤOVÉ NÁDRŽE (VODNÍ NÁMĚSTÍ)		RETENČNÍ DEŠŤOVÁ NÁDRŽ - VEGETAČNÍ		* Základní objekty podle TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami																																														
A																																																		
VARIANTY:		Suchá retenční dešťová nádrž (polder)		Retenční dešťová nádrž se zásobním prostorem																																														
FUNKCE:	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- V_{sak}	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- V_{sak}	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- V_{sak}	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- V_{sak}																																														
POUŽITÍ:	<ul style="list-style-type: none">- Odvodnění komunikacíPřírodní dešťové retenční nádrže zabírají značnou plochu, proto by se měly navrhovat jako polyfunkční objekty:- v parcích plní funkci hřišť, schromažďovacích prostorů nebo přírodních átrii- v obytné zástavbě, u administrativních budov nebo škol plní funkci sportovišť a rekreačních ploch																																																	
PŘÍNOŠY:	<table><tr><td colspan="2">VÝHODY:</td><td colspan="2">NEVÝHODY:</td></tr><tr><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>- Snižují kulminační průtok a množství vody, které odtéká do recipientu</td><td>- Neodstraní silné znečištění</td></tr><tr><td>vzduch</td><td>●</td><td>●</td><td>- Podporuje evapotranspiraci</td><td>- Vhodné pro menší povodí</td></tr><tr><td>půda</td><td>●</td><td>●</td><td>- Zvyšuje půdní vlhkost</td><td>- Velké prostorové nároky</td></tr><tr><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>- Posílení biodiverzity</td><td></td></tr><tr><td>sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>- Zatraktivnění městského prostoru</td><td></td></tr><tr><td>vzdělání</td><td>●</td><td>●</td><td>- Polyfunkční využití</td><td></td></tr><tr><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>●</td><td>- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení krajinných prvků na vodní režim</td><td></td></tr><tr><td>hospodářství</td><td>●</td><td>●</td><td></td><td></td></tr></table>	VÝHODY:		NEVÝHODY:		voda	●	●	- Snižují kulminační průtok a množství vody, které odtéká do recipientu	- Neodstraní silné znečištění	vzduch	●	●	- Podporuje evapotranspiraci	- Vhodné pro menší povodí	půda	●	●	- Zvyšuje půdní vlhkost	- Velké prostorové nároky	fauna a flóra	●	●	- Posílení biodiverzity		sídla	●	●	- Zatraktivnění městského prostoru		vzdělání	●	●	- Polyfunkční využití		cestovní ruch a rekreace	●	●	- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení krajinných prvků na vodní režim		hospodářství	●	●							
VÝHODY:		NEVÝHODY:																																																
voda	●	●	- Snižují kulminační průtok a množství vody, které odtéká do recipientu	- Neodstraní silné znečištění																																														
vzduch	●	●	- Podporuje evapotranspiraci	- Vhodné pro menší povodí																																														
půda	●	●	- Zvyšuje půdní vlhkost	- Velké prostorové nároky																																														
fauna a flóra	●	●	- Posílení biodiverzity																																															
sídla	●	●	- Zatraktivnění městského prostoru																																															
vzdělání	●	●	- Polyfunkční využití																																															
cestovní ruch a rekreace	●	●	- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení krajinných prvků na vodní režim																																															
hospodářství	●	●																																																
PŘÍKLADY:																																																		

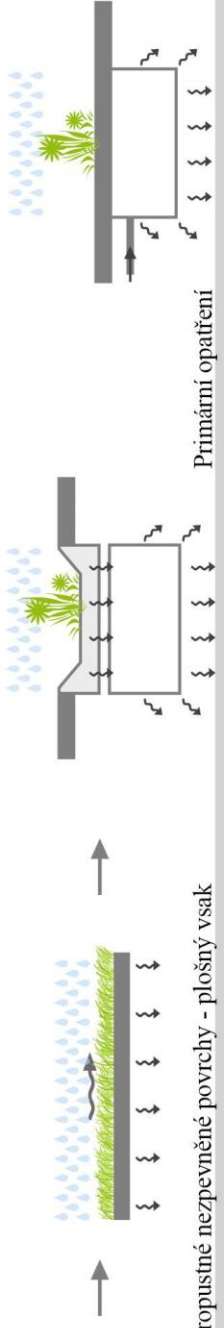

RETENČNÍ DEŠŤOVÉ NÁDRŽE (VODNÍ NÁMĚSTÍ)		RETENČNÍ DEŠŤOVÁ NÁDRŽ - ZPEVNĚNÉ PLOCHY																																																																
B																																																																		
VARIANTY:	 <p>Suchá retenční dešťová nádrž (zpevněné plochy) - vodní náměstí</p>																																																																	
FUNKCE:	<ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar																																																																	
POUŽITÍ:	<p>Retenční prostor je tvořen zpevněnými povrchy, které nevykazují přínosy jako vegetační kryt, proto při návrhu těchto nádrží klademe větší požadavky na další přínosy :</p> <ul style="list-style-type: none">- ochranu zdraví a života obyvatel a jejich majetku- posílit povědomí obyvatel o srážkové vodě jako cenného zdroje- zatraktivnit všední městské prostředí <p>Nádrž slouží jako: - vodní náměstí</p> <ul style="list-style-type: none">- dětská a sportovní hřiště																																																																	
PŘÍNOSY:	<table><tr><th></th><th colspan="3">VÝHODY:</th><th colspan="3">NEVÝHODY:</th></tr><tr><td>I</td><td>voda</td><td>●</td><td>1/3</td><td>- Snižují kulminační průtok a množství vody, které odtéká do recipientu</td><td>- Neodstraní silné znečištění</td><td></td></tr><tr><td></td><td>vzduch</td><td>●</td><td>0/1</td><td>- Zatraktivnění městského prostoru</td><td>- Vhodné pro menší povodí</td><td></td></tr><tr><td></td><td>půda</td><td>●</td><td>0/1</td><td>- Polyfunkční využití</td><td>- Velké prostorové nároky</td><td></td></tr><tr><td></td><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>1/3</td><td>- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení krajinných prvků na vodní režim</td><td>- Vyšší investice oproti nádržím s vegetačním krytem</td><td></td></tr><tr><td>II</td><td>sídla</td><td>●</td><td>2/4</td><td>- Zajímavé a ojedinělé řešení odvodnění může přilákat do místa turisty</td><td></td><td></td></tr><tr><td>III</td><td>vzdělání</td><td>●</td><td>1/1</td><td>- Zatraktivnění městského prostoru může přimést investice do jeho rozvoje</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>1/1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>hospodářství</td><td>●</td><td>1/1</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				VÝHODY:			NEVÝHODY:			I	voda	●	1/3	- Snižují kulminační průtok a množství vody, které odtéká do recipientu	- Neodstraní silné znečištění			vzduch	●	0/1	- Zatraktivnění městského prostoru	- Vhodné pro menší povodí			půda	●	0/1	- Polyfunkční využití	- Velké prostorové nároky			fauna a flóra	●	1/3	- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení krajinných prvků na vodní režim	- Vyšší investice oproti nádržím s vegetačním krytem		II	sídla	●	2/4	- Zajímavé a ojedinělé řešení odvodnění může přilákat do místa turisty			III	vzdělání	●	1/1	- Zatraktivnění městského prostoru může přimést investice do jeho rozvoje				cestovní ruch a rekreace	●	1/1					hospodářství	●	1/1			
	VÝHODY:			NEVÝHODY:																																																														
I	voda	●	1/3	- Snižují kulminační průtok a množství vody, které odtéká do recipientu	- Neodstraní silné znečištění																																																													
	vzduch	●	0/1	- Zatraktivnění městského prostoru	- Vhodné pro menší povodí																																																													
	půda	●	0/1	- Polyfunkční využití	- Velké prostorové nároky																																																													
	fauna a flóra	●	1/3	- Může sloužit jako názorná ukázka pro pochopení krajinných prvků na vodní režim	- Vyšší investice oproti nádržím s vegetačním krytem																																																													
II	sídla	●	2/4	- Zajímavé a ojedinělé řešení odvodnění může přilákat do místa turisty																																																														
III	vzdělání	●	1/1	- Zatraktivnění městského prostoru může přimést investice do jeho rozvoje																																																														
	cestovní ruch a rekreace	●	1/1																																																															
	hospodářství	●	1/1																																																															
PŘÍKLADY:																																																																		

Listy sekundárních opatření:

Příloha 8: Vegetační a další střechy - A

VEGETAČNÍ A ŠTĚRKOVÁ STŘECHA		* Základní objekty podle TNV 75 9011 Hospodářství se srážkovými vodami																																																																																																													
VEGETAČNÍ A DALŠÍ STŘECHY																																																																																																															
VARIANTY:		A																																																																																																													
																																																																																																															
Extenzivní vegetační/štěrkové střechy		Intenzivní vegetační střechy/střešní zahrady																																																																																																													
FUNKCE:		FUNKCE:																																																																																																													
<ul style="list-style-type: none">- Retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Tepelná izolace		<ul style="list-style-type: none">- Retence vody- Výpar (evapotranspirace, intercepce)- Tepelná izolace																																																																																																													
POUŽITÍ:		POUŽITÍ:																																																																																																													
<p>Tvoří alternativu zatravněných ploch ve městech:</p> <ul style="list-style-type: none">- Veřejné budovy - administrativní objekty, školy, obchodní domy apod.- Drobné stavby - zastávky hromadné dopravy, přístřešky na kola apod.- Soukromé objekty <p>Štěrkové střechy:</p> <ul style="list-style-type: none">- Alternativa extenzivních vegetačních střech- Pouze u plochých střech		<p>Tvoří alternativu zatravněných ploch ve městech:</p> <ul style="list-style-type: none">- Veřejné budovy - administrativní objekty, školy, obchodní domy apod.- Drobné stavby - zastávky hromadné dopravy, přístřešky na kola apod.- Soukromé objekty <p>Štěrkové střechy:</p> <ul style="list-style-type: none">- Alternativa extenzivních vegetačních střech- Pouze u plochých střech																																																																																																													
PŘÍNOSY:		PŘÍNOSY:																																																																																																													
<table><tr><td colspan="2">I</td><td colspan="2">II</td><td colspan="2">III</td></tr><tr><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>vzduch</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>půda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>vzdělání</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>hospodářství</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr></table>		I		II		III		voda	●	●	●	●	●	vzduch	●	●	●	●	●	půda	●	●	●	●	●	fauna a flóra	●	●	●	●	●	sídla	●	●	●	●	●	vzdělání	●	●	●	●	●	cestovní ruch a rekreace	●	●	●	●	●	hospodářství	●	●	●	●	●	<table><tr><td colspan="2">I</td><td colspan="2">II</td><td colspan="2">III</td></tr><tr><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>vzduch</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>půda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>vzdělání</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr><tr><td>hospodářství</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td></tr></table>		I		II		III		voda	●	●	●	●	●	vzduch	●	●	●	●	●	půda	●	●	●	●	●	fauna a flóra	●	●	●	●	●	sídla	●	●	●	●	●	vzdělání	●	●	●	●	●	cestovní ruch a rekreace	●	●	●	●	●	hospodářství	●	●	●	●	●
I		II		III																																																																																																											
voda	●	●	●	●	●																																																																																																										
vzduch	●	●	●	●	●																																																																																																										
půda	●	●	●	●	●																																																																																																										
fauna a flóra	●	●	●	●	●																																																																																																										
sídla	●	●	●	●	●																																																																																																										
vzdělání	●	●	●	●	●																																																																																																										
cestovní ruch a rekreace	●	●	●	●	●																																																																																																										
hospodářství	●	●	●	●	●																																																																																																										
I		II		III																																																																																																											
voda	●	●	●	●	●																																																																																																										
vzduch	●	●	●	●	●																																																																																																										
půda	●	●	●	●	●																																																																																																										
fauna a flóra	●	●	●	●	●																																																																																																										
sídla	●	●	●	●	●																																																																																																										
vzdělání	●	●	●	●	●																																																																																																										
cestovní ruch a rekreace	●	●	●	●	●																																																																																																										
hospodářství	●	●	●	●	●																																																																																																										
PŘÍKLADY:		PŘÍKLADY:																																																																																																													
																																																																																																															
																																																																																																															

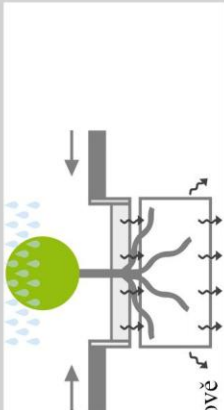
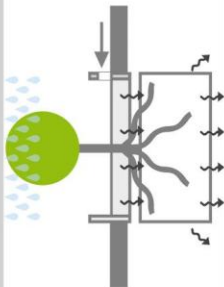




VEGETAČNÍ A DALŠÍ STŘECHY		MODRÁ STŘECHA																																																																
B																																																																		
VARIANTY:	<div><div></div><div>Typ ATyp BTyp C</div></div>																																																																	
FUNKCE:	<div>Modré střechy</div> <ul style="list-style-type: none">- Retence a akumulace vody- Výpar (kromě typu C)- Tepelná izolace- Zdroj užitkové vody																																																																	
POUŽITÍ:	<div>Modré střechy:</div> <ul style="list-style-type: none">- Akumulace vody k dalšímu využití, například zalévání zahrad nebo jako užitková voda v budově- Tepelná izolace																																																																	
PŘÍNOSY:	<table><tr><th></th><th colspan="3">VÝHODY:</th><th colspan="3">NEVÝHODY:</th></tr><tr><td>I</td><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>1/3</td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>vzduch</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>0/1</td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>půda</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>2/3</td><td>2/3</td></tr><tr><td></td><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>2/4</td><td>2/4</td></tr><tr><td>II</td><td>sídla</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>1/1</td><td>1/1</td></tr><tr><td>III</td><td>vzdělání</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>1/1</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>1/1</td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>hospodářství</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>1/1</td><td>1/1</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">- Snižuje objem srážkového odtoku- Velmi dobré akumulační schopnosti- Posílení biodiverzity- Akumulovaná voda se dá využít na provoz střechy nebo v rámci budovy- Snižuje energetickou náročnost budov- Neodstraní silné znečištění- Vyšší investice oproti běžným střešním krytinám				VÝHODY:			NEVÝHODY:			I	voda	●	●	○	1/3	0/1		vzduch	○	○	○	0/1	0/1		půda	○	○	○	2/3	2/3		fauna a flóra	●	●	○	2/4	2/4	II	sídla	○	○	○	1/1	1/1	III	vzdělání	○	○	○	1/1	1/1		cestovní ruch a rekreace	○	○	○	1/1	1/1		hospodářství	○	○	○	1/1	1/1
	VÝHODY:			NEVÝHODY:																																																														
I	voda	●	●	○	1/3	0/1																																																												
	vzduch	○	○	○	0/1	0/1																																																												
	půda	○	○	○	2/3	2/3																																																												
	fauna a flóra	●	●	○	2/4	2/4																																																												
II	sídla	○	○	○	1/1	1/1																																																												
III	vzdělání	○	○	○	1/1	1/1																																																												
	cestovní ruch a rekreace	○	○	○	1/1	1/1																																																												
	hospodářství	○	○	○	1/1	1/1																																																												
PŘÍKLADY:	<div></div>																																																																	

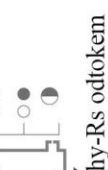
PROPUSTNÉ NEZPEVNĚNÉ POVRCHY (PLOŠNÝ VSAK)		PLOŠNÝ VSAK		* Základní objekty podle TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami																																					
A																																									
VARIANTY:																																									
FUNKCE:	- Výpar (evapotranspirace) - Předčistění srážkového odtoku - Vsak																																								
POUŽITÍ:	- Objekt bez retenčního prostoru - Hlavní funkcí je předčistění srážkového odtoku z přilehlých zpevněných povrchů - Předřazuje se před primární objekty, kde působí jako prevence proti jejich předčasnému zanášení - Často se navrhuje podél liniových objektů nebo parkovišť																																								
PŘÍNOŠY:	<table><tr><th></th><th>voda</th><th>vzduch</th><th>půda</th><th>fauna a flóra</th><th>sídla</th><th>vzdělání</th><th>cestovní ruch a rekreace</th><th>hospodářství</th></tr><tr><td>I</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>II</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>III</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr></table> <div>VÝHODY: - Dobré výsledky předčistění srážkového odtoku - Podporuje evapotranspiraci - Zvyšuje půdní vlhkost - Nenáročná údržba</div> <div>NEVÝHODY: - Neodstraní silné znečištění - Velké prostorové nároky</div>						voda	vzduch	půda	fauna a flóra	sídla	vzdělání	cestovní ruch a rekreace	hospodářství	I	●	●	●	●	●	○	○	○	II	●	●	●	●	○	○	○	○	III	●	●	●	●	○	○	○	○
	voda	vzduch	půda	fauna a flóra	sídla	vzdělání	cestovní ruch a rekreace	hospodářství																																	
I	●	●	●	●	●	○	○	○																																	
II	●	●	●	●	○	○	○	○																																	
III	●	●	●	●	○	○	○	○																																	
PŘÍKLADY:																																									

STROMY

STROMY

A

VARIANTY:																																																																																																																
	Stromy - nátok bodově	Stromy - nátok plošně																																																																																																														
FUNKCE:	<ul style="list-style-type: none">- Výpar (evapotranspirace, intercepce)- V sak- Fytoremediace																																																																																																															
POUŽITÍ:	<ul style="list-style-type: none">- Bývají častou součástí primárních opatření, například bioretenečních systémů a rýh- Samostatně se využívají jako opatření pro malá povodí																																																																																																															
PŘÍNOSY:	<table><tr><td></td><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>3/3</td></tr><tr><td>I</td><td>vzduch</td><td>●</td><td></td><td></td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>půda</td><td>●</td><td></td><td></td><td>1/1</td></tr><tr><td></td><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>3/3</td></tr><tr><td>II</td><td>sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>4/4</td></tr><tr><td>III</td><td>vzdělání</td><td>●</td><td></td><td></td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>0/1</td></tr><tr><td></td><td>hospodářství</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>0/1</td></tr></table>		voda	●	●	●	3/3	I	vzduch	●			1/1		půda	●			1/1		fauna a flóra	●	●	●	3/3	II	sídla	●	●	●	4/4	III	vzdělání	●			0/1		cestovní ruch a rekreace	○	○	○	0/1		hospodářství	○	○	○	0/1	<table><tr><td colspan="5">VÝHODY:</td></tr><tr><td colspan="5">- Dobré výsledky předčistění srážkového odtoku</td></tr><tr><td colspan="5">- Podporuje evapotranspiraci a zlepšuje městské mikroklima</td></tr><tr><td colspan="5">- Zachytává prach a vytváří kyslík</td></tr><tr><td colspan="5">- Zvyšuje půdní vlhkost</td></tr><tr><td colspan="5">- Posiluje biodiverzitu</td></tr><tr><td colspan="5">- Zatraktivňuje městský prostor</td></tr><tr><td colspan="5">- Protihluková bariéra a vliv na snížení energetické spotřeby budov</td></tr></table>	VÝHODY:					- Dobré výsledky předčistění srážkového odtoku					- Podporuje evapotranspiraci a zlepšuje městské mikroklima					- Zachytává prach a vytváří kyslík					- Zvyšuje půdní vlhkost					- Posiluje biodiverzitu					- Zatraktivňuje městský prostor					- Protihluková bariéra a vliv na snížení energetické spotřeby budov					<table><tr><td colspan="5">NEVÝHODY:</td></tr><tr><td colspan="5">- Vhodné pro menší povodí</td></tr><tr><td colspan="5">- Neodstraní silné znečištění</td></tr><tr><td colspan="5">- Náročnější údržba</td></tr></table>	NEVÝHODY:					- Vhodné pro menší povodí					- Neodstraní silné znečištění					- Náročnější údržba					
	voda	●	●	●	3/3																																																																																																											
I	vzduch	●			1/1																																																																																																											
	půda	●			1/1																																																																																																											
	fauna a flóra	●	●	●	3/3																																																																																																											
II	sídla	●	●	●	4/4																																																																																																											
III	vzdělání	●			0/1																																																																																																											
	cestovní ruch a rekreace	○	○	○	0/1																																																																																																											
	hospodářství	○	○	○	0/1																																																																																																											
VÝHODY:																																																																																																																
- Dobré výsledky předčistění srážkového odtoku																																																																																																																
- Podporuje evapotranspiraci a zlepšuje městské mikroklima																																																																																																																
- Zachytává prach a vytváří kyslík																																																																																																																
- Zvyšuje půdní vlhkost																																																																																																																
- Posiluje biodiverzitu																																																																																																																
- Zatraktivňuje městský prostor																																																																																																																
- Protihluková bariéra a vliv na snížení energetické spotřeby budov																																																																																																																
NEVÝHODY:																																																																																																																
- Vhodné pro menší povodí																																																																																																																
- Neodstraní silné znečištění																																																																																																																
- Náročnější údržba																																																																																																																
PŘÍKLADY:																																																																																																																

VARIANTY:	FUNKCE:	POUŽITÍ:	PRÍNOSY:	PŘÍKLADY:
 <p>Vysazené chodníkové plochy</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Povrchová retence vody - Výpar (evapotranspirace) - V sak 	<ul style="list-style-type: none"> - Obdoba průlehlů s kolmými stěnami pro menší povodí a k zachycení srážky průměrné intenzity - Navrhují se ve stávající zástavbě v místech komunikací, které nejsou využity dopravou a chodci, například vysazené chodníkové plochy u přechodů, rozšířené náběhy chodníků v křižovatkách nebo vymezená místa při podélném parkování - Objekty slouží k odlehčení konvenčního systému odkanalizování komunikací. 	<p>VÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dobré výsledky předčistění srážkového odtoku - Podporuje evapotranspiraci - Zvyšuje půdní vlhkost - Posílení biodiverzity - Zatraktivnění městského prostoru - Menší prostorové nároky 	
 <p>Vysazené chodníkové plochy - rýha</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Povrchová retence vody - Výpar (evapotranspirace) - Podpovrchová retence vody - V sak 		<p>NEVÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Neodstraní silné znečištění - Vhodné pro menší povodí - Náročnější údržba 	
 <p>Vysazené chodníkové plochy-Rs odtokem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Povrchová retence vody - Výpar (evapotranspirace) - Podpovrchová retence vody - V sak - Odvádění vody: <ol style="list-style-type: none"> 1. dešťová kanalizace 2. jednotná kanalizace 			

OSÁZENÉ OBJEKTY REGULUJÍCÍ SRÁŽKOVÝ ODTOK		ZVÝŠENÉ ZÁHONY A KVĚTINÁČE																																																																
B																																																																		
VARIANTY:																																																																		
FUNKCE:	<p>Zvýšené záhony a květináče</p> <ul style="list-style-type: none">- Povrchová retence vody- Výpar (evapotranspirace)- Předčištění a zadržení odtoku- Odvádění vody:<ol style="list-style-type: none">1. dešťová kanalizace2. jednotná kanalizace																																																																	
POUŽITÍ:	<ul style="list-style-type: none">- Objekty, které jsou vyvýšené a odizolovány od okolního prostředí- Většinou jsou umístěny pod okapními žlaby- Slouží převážně k předčištění a zpomalení odtoku srážkových vod před jejich zaústěním do recipientu- Neslouží k vsakování srážky																																																																	
PŘÍNOŠY:	<table><tr><th></th><th colspan="3">VÝHODY:</th><th colspan="3">NEVÝHODY:</th></tr><tr><td>I</td><td>voda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku</td><td>- Neodstraní silné znečištění</td></tr><tr><td></td><td>vzduch</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>- Podporuje evapotranspiraci</td><td>- Vhodné pro menší povodi</td></tr><tr><td></td><td>půda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>- Posílení biodiverzity</td><td>- Náročnější údržba</td></tr><tr><td>II</td><td>fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>- Zatraktivnění městského prostoru</td><td></td></tr><tr><td></td><td>sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>- Menší prostorové nároky</td><td></td></tr><tr><td>III</td><td>vzdělání</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>hospodářství</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td></td><td></td></tr></table>				VÝHODY:			NEVÝHODY:			I	voda	●	●	●	- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	- Neodstraní silné znečištění		vzduch	●	●	●	- Podporuje evapotranspiraci	- Vhodné pro menší povodi		půda	●	●	●	- Posílení biodiverzity	- Náročnější údržba	II	fauna a flóra	●	●	●	- Zatraktivnění městského prostoru			sídla	●	●	●	- Menší prostorové nároky		III	vzdělání	●	●	●				cestovní ruch a rekreace	●	●	●				hospodářství	●	●	●		
	VÝHODY:			NEVÝHODY:																																																														
I	voda	●	●	●	- Dobré výsledky předčištění srážkového odtoku	- Neodstraní silné znečištění																																																												
	vzduch	●	●	●	- Podporuje evapotranspiraci	- Vhodné pro menší povodi																																																												
	půda	●	●	●	- Posílení biodiverzity	- Náročnější údržba																																																												
II	fauna a flóra	●	●	●	- Zatraktivnění městského prostoru																																																													
	sídla	●	●	●	- Menší prostorové nároky																																																													
III	vzdělání	●	●	●																																																														
	cestovní ruch a rekreace	●	●	●																																																														
	hospodářství	●	●	●																																																														
PŘÍKLADY:																																																																		

PROPUSTNÉ ZPEVNĚNÉ PLOCHY		PROPUSTNÉ ZPEVNĚNÉ PLOCHY																																																																										
A																																																																												
VARIANTY:																																																																												
FUNKCE:	<ul style="list-style-type: none">- Zpomalení srážkového odtoku- Evapotranspirace- Typ A - vsak- Typ B - vsak a regulovaný odtok- Typ C - regulovaný odtok	<ul style="list-style-type: none">- Zpomalení srážkového odtoku- Typ A - vsak- Typ B - vsak a regulovaný odtok- Typ C - regulovaný odtok	<ul style="list-style-type: none">- Zpomalení srážkového odtoku- Typ A - vsak- Typ B - vsak a regulovaný odtok- Typ C - regulovaný odtok																																																																									
POUŽITÍ:	<p>Typ A: Veškerá srážková voda přechází do konstrukční vrstvy pod zpevněným povrchem (rýha vyplněná mezerovitým materiálem), kde může být dočasně zadržena a odkud je vsakována do podloží.</p> <p>Typ B: Retenční vrstva (rýha) je doplněna o drenáž, která přebytečnou vodu bezpečně odvádí do blízkého recipientu nebo kanalizace, aniž by došlo k poškození objektu.</p> <p>Typ C: V tomto případě nedochází k vsakování srážkové vody do podloží, objekt je obalen hydroizolací a srážková voda je drenáží odvedena z objektu do recipientu, kanalizace nebo je akumulována k dalšímu využití.</p>																																																																											
PŘÍNOŠY:	<table><tr><th></th><th>voda</th><th>vzduch</th><th>půda</th><th>fauna a flóra</th><th>sídla</th><th>vzdělání</th><th>cestovní ruch a rekreace</th><th>hospodářství</th></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>II</td><td>●</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr></table>		voda	vzduch	půda	fauna a flóra	sídla	vzdělání	cestovní ruch a rekreace	hospodářství	I	○	○	○	○	○	○	○	○	II	●	○	○	○	○	○	○	○	III	○	○	○	○	○	○	○	○	<table><tr><th></th><th>1/3</th><th>0/1</th><th>1/1</th><th>0/3</th><th>2/4</th><th>0/1</th><th>0/1</th><th>0/1</th></tr><tr><td>I</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>II</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr><tr><td>III</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr></table>		1/3	0/1	1/1	0/3	2/4	0/1	0/1	0/1	I	○	○	○	○	○	○	○	○	II	○	○	○	○	○	○	○	○	III	○	○	○	○	○	○	○	○	<p>VÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none">- Zvyšuje půdní vlhkost- Menší prostorové nároky	<p>NEVÝHODY:</p> <ul style="list-style-type: none">- Neodstraní silné znečištění- Vhodné pro menší povodí
	voda	vzduch	půda	fauna a flóra	sídla	vzdělání	cestovní ruch a rekreace	hospodářství																																																																				
I	○	○	○	○	○	○	○	○																																																																				
II	●	○	○	○	○	○	○	○																																																																				
III	○	○	○	○	○	○	○	○																																																																				
	1/3	0/1	1/1	0/3	2/4	0/1	0/1	0/1																																																																				
I	○	○	○	○	○	○	○	○																																																																				
II	○	○	○	○	○	○	○	○																																																																				
III	○	○	○	○	○	○	○	○																																																																				
PŘÍKLADY:																																																																												

VARIANTY:				ODPOJENÍ OBJEKTŮ (SVODY A ŽLABY)		ODPOJENÍ OBJEKTŮ OD SYSTÉMU KANALIZACE, POVRCHOVÝ ŽLÁBEK		A																																																																																																			
FUNKCE:		- Odlehčení stokového systému od hydraulického zatížení při přivalových srážkách																																																																																																									
POUŽITÍ:		- Odpojit od kanalizace lze jakýkoliv objekt, omezení představuje jeho konstrukční systém. - Odpojené svody a žlabky lze využít jako estetický prvek k posílení povědomí lidí o hodnotě srážkové vody - Žlabky, kterými přivádíme srážkovou vodu do dalšího objektu HDV lze ztvárnit velmi rozmanitými způsoby za použití různých materiálů (kámen, cihla, betonová dlažba, plech, štěrka, apod.) - Odpojení budov v majetku měst a obcí může vést k osvobození majitele objektu od poplatků za odvádění srážkové vody do stoky.																																																																																																									
PŘÍNOŠY:		<table><tr><td rowspan="3">I</td><td rowspan="3">voda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/3</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td rowspan="3">II</td><td rowspan="3">půda</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/3</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/3</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/3</td></tr><tr><td rowspan="3">III</td><td rowspan="3">fauna a flóra</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/4</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/4</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/4</td></tr><tr><td rowspan="3">IV</td><td rowspan="3">sídla</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td rowspan="3">V</td><td rowspan="3">vzdělání</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>1/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td rowspan="3">VI</td><td rowspan="3">cestovní ruch a rekreace</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td rowspan="3">VII</td><td rowspan="3">hospodářství</td><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr><tr><td>●</td><td>●</td><td>●</td><td>0/1</td></tr></table>		I	voda	●	●	●	0/3	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	II	půda	●	●	●	0/3	●	●	●	0/3	●	●	●	0/3	III	fauna a flóra	●	●	●	1/4	●	●	●	1/4	●	●	●	1/4	IV	sídla	●	●	●	1/1	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	V	vzdělání	●	●	●	1/1	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	VI	cestovní ruch a rekreace	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	VII	hospodářství	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	●	●	●	0/1	VÝHODY:		NEVÝHODY:			
I	voda	●	●			●	0/3																																																																																																				
		●	●			●	0/1																																																																																																				
		●	●	●	0/1																																																																																																						
II	půda	●	●	●	0/3																																																																																																						
		●	●	●	0/3																																																																																																						
		●	●	●	0/3																																																																																																						
III	fauna a flóra	●	●	●	1/4																																																																																																						
		●	●	●	1/4																																																																																																						
		●	●	●	1/4																																																																																																						
IV	sídla	●	●	●	1/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
V	vzdělání	●	●	●	1/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
VI	cestovní ruch a rekreace	●	●	●	0/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
VII	hospodářství	●	●	●	0/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
		●	●	●	0/1																																																																																																						
PŘÍKLADY:																																																																																																											

Životopis

OSOBNÍ INFORMACE:

Jméno **VACKOVÁ, MICHAELA**
Adresa **Mendelova 173/7, PSČ 741 01, Nový Jičín, Česká republika**
E-mail **xavackovam@gmail.com**

Národnost **česká**

Datum narození **22. 07. 1983**

VZDĚLÁNÍ A KURZY:

- Období (od - do) **9/2011 - současnost**
- Název a typ organizace **Vysoké učení technické v Brně, fakulta architektury, DSP**
- Název disertační práce **Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích**
- Školitel **Doc. Ing. Zdeňka Lhotáková, CSc.
doc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr.**

- Období (od - do) **4/2013 - 6/2013**
- Název a typ organizace **Amt für Weiterbildung, Volkshochschule**
- Hlavní předměty/praktické dovednosti **Němčina
A2.1**

- Období (od - do) **9/2007 - 6/2009**
- Název a typ organizace **Vysoké učení technické v Brně, fakulta architektury, MSP**
- Obor **Architektura a urbanismus**
- Získaný titul **Ing. arch.**

- Období (od - do) **9/2003 - 6/2007**
- Název a typ organizace **Vysoké učení technické v Brně, fakulta architektury, BSP**
- Obor **Architektura a urbanismus**
- Získaný titul **Bc.**

- Období (od - do) **9/1995 - 6/2003**
- Název a typ organizace **Gymnázium Nový Jičín**
- Získaný titul **Ukončeno maturitní zkouškou**

PRACOVNÍ ZKUŠENOSTI:

- | | |
|------------------------|---|
| • Období (od - do) | 3/2014 - současnost |
| • Jméno zaměstnavatele | JV PROJEKT VH, s.r.o. |
| • Oblast podnikání | Vodní hospodářství |
| • Období (od - do) | 2/2013 - 7/2013 |
| • Jméno zaměstnavatele | Pracovní stáž u DHI - WASY GmbH, Kolín nad Rýnem |
| • Oblast podnikání | Vodní hospodářství |
| • Období (od - do) | 1/2010 - 1/2011 |
| • Jméno zaměstnavatele | Samostatný projektant (živnostník) |
| • Oblast podnikání | Stavebnictví a architektura |
| • Období (od - do) | 10/2009 - 12/2010 |
| • Jméno zaměstnavatele | Fandament, s.r.o. |
| • Oblast podnikání | Architektura, urbanismus |
| • Období (od - do) | 7/2007 - 8/2008 |
| • Jméno zaměstnavatele | PPSA, spol. s r.o. |
| • Oblast podnikání | Stavebnictví a architektura |

CIZÍ JAZYKY:

- | | | |
|------------------|-------------------|----------------|
| | ANGLIČTINA | NĚMČINA |
| • Čtení | výborně | dobře |
| • Psaní | dobře | základy |
| • Mluvený projev | dobře | základy |